

(51) IntCl.<sup>9</sup>A 6 1 F 2/14  
9/08

識別記号

F I

A 6 1 F 2/14  
9/08

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 68 頁)

(21) 出願番号 特願平9-501235  
 (86) (22) 出願日 平成8年(1996) 6月4日  
 (85) 翻訳文提出日 平成9年(1997) 12月8日  
 (86) 国際出願番号 PCT/US 96/08734  
 (87) 国際公開番号 WO 96/39221  
 (87) 国際公開日 平成8年(1996) 12月12日  
 (31) 優先権主張番号 08/465, 766  
 (32) 優先日 1995年6月6日  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 08/642, 702  
 (32) 優先日 1996年6月3日  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 チョウ ビンセント  
 アメリカ合衆国 イリノイ州 60103 ハ  
 ノーパーク キングズバリー ドライ  
 ブ 7980  
 (71) 出願人 チョー アレン ワイ  
 アメリカ合衆国 イリノイ州 60187 ウ  
 イートン パロミノ プレイス 191  
 (72) 発明者 チョウ ビンセント  
 アメリカ合衆国 イリノイ州 60103 ハ  
 ノーパーク キングズバリー ドライ  
 ブ 7980  
 (74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

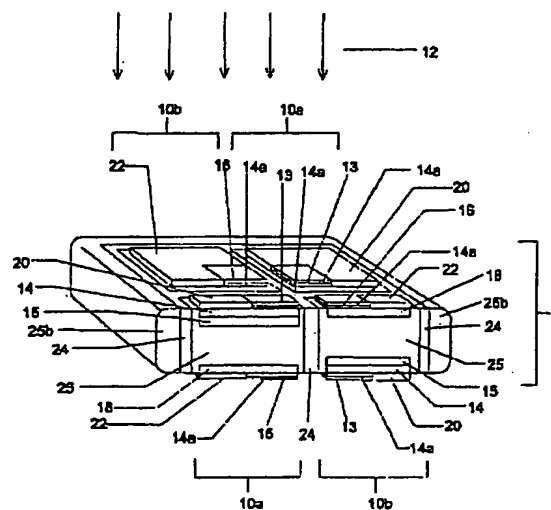
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多相マイクロフォトダイオード網膜移植片およびそれに対応する像形成網膜刺激システム

## (57) 【要約】

人工網膜素子およびその機能を刺激し変調するための方法が開示される。該素子は、複数の多相マイクロフォトダイオード・サブユニットで構成され、網膜下空間内に移植されると、有用な生物的に機能する人工視覚の発達を可能にする。MMRI-4 (8) と呼ばれる一つの素子は、扁平な立方体の形状に構成され、光を電流に変換して網膜を刺激する。MMRI-4 は、PIN 構成 (10a) の二つのサブユニットと NIP 構成 (10b) の二つのサブユニットを有し、これらは、ともに、各平坦な側に配設され、それによって、どちらの側が入射光に面するかにかかわらず、感覚の誘起を可能にする。PIN および NIP 構成の上に配置されたフィルター相 (20, 22) は、可視光および赤外光がそれぞれ電流を誘起するのを可能にする。対応する像形成網膜刺激システム (AIRES) は、投射および追跡光学システム (PTOS) を有し、このシステムは、ヘッドセットとして装着される。

Fig. 7



## 【特許請求の範囲】

1. 目の中の形成視覚を電氣的に誘起するための網膜移植片において、P i N マイクロフォトダイオードを有し、該移植片のP側は、紫外、可視、および赤外スペクトルの選ばれた一帯域を選択的に通す光フィルター層を有し、移植片のN側は、紫外、可視、および赤外スペクトルの選ばれた一帯域を選択的に通す光フィルター層を有し、それによって、網膜移植片は、P側あるいはN側のいずれが目に入射する光に向かって配向されているかにかかわらず網膜を刺激することができる網膜移植片。
2. N側およびP側フィルター層は、選択的にほぼ同じ帯域を通す、請求の範囲1に記載の網膜移植片。
3. N側光フィルター層は、740nmないし900nmを通す誘電フィルターである請求の範囲2に記載の網膜移植片。
4. P側光フィルター層は、740nmないし900nmを通す誘電フィルターである請求の範囲3に記載の網膜移植片。
5. N側光フィルター層は、400nmないし740nmを通す誘電フィルターである請求の範囲2に記載の網膜移植片。
6. P側光フィルター層は、400nmないし740nmを通す誘電フィルターである請求の範囲5に記載の網膜移植片。
7. N側およびP側フィルター層は、選択的にかなり異なる帯域を通す、請求の範囲1に記載の網膜移植片。
8. N側光フィルター層は、740nmないし900nmを通す誘電フィルターである請求の範囲7に記載の網膜移植片。
9. P側光フィルター層は、400nmないし740nmを通す誘電フィルターである請求の範囲8に記載の網膜移植片。
10. N側光フィルター層は、400nmないし740nmを通す誘電フィルターである請求の範囲7に記載の網膜移植片。
11. P側光フィルター層は、740nmないし900nmを通す誘電フィルターである請求の範囲10に記載の網膜移植片。
12. P i N マイクロフォトダイオードは、(1) P-ドーブト・ポリシリコン、

(2) P-側光フィルター誘電層、(3) P+層、(4) 固有層、(5) N-型シリコン基板、(6) N+層、(7) N-側光フィルター誘電層、および(8) N-ドープト・ポリシリコンでつくられたN電極、を含む請求の範囲1に記載の網膜移植片。

13. 移植片は、さらに、P-電極とP+層の間の電氣的接触を確立する第一の電気コンタクトパッド、およびN-電極とN+層の間の電氣的接触を確立する第二の電気コンタクトパッドを含む請求の範囲12に記載の網膜移植片。

14. 移植片は、前記PINマイクロフォトダイオードを二つ含み、マイクロフォトダイオードの各々は、互いに対向する配向をもち、目の中に移植されると、一方のマイクロフォトダイオードのP-側が入射光に面し、他方のマイクロフォトダイオードのN-側が入射光に面する請求の範囲1に記載の移植片。

15. P-電極は、移植片の表面から外側へ突起している請求の範囲12に記載の網膜移植片。

16. N-電極は、移植片の表面から外側へ突起している請求の範囲12に記載の網膜移植片。

17. N-電極は、移植片の表面から外側へ突起している請求の範囲15に記載の網膜移植片。

18. P-電極およびN-電極が、各々、約1ミクロンないし約200ミクロン突起している請求の範囲15に記載の網膜移植片。

19. P-電極およびN-電極が、各々、約2ミクロンないし約100ミクロン突起している請求の範囲17に記載の網膜移植片。

20. 一つの共通電極が、移植片の片側で、P-面およびN-面の両方と電氣的に接触しており、他の共通電極が、移植片の反対側で、P-面およびN-面の両方と電氣的に接触している請求の範囲14に記載の網膜移植片。

21. 複数の前記移植片が共通のシリコン基板ウェハー上につくられる請求の範囲20に記載の網膜移植片。

22. 共通のシリコン基板ウェハーは、斜の縁を有する、請求の範囲21に記載の網膜移植片。

23. 網膜の損傷を有する患者に生物的に機能する視覚を復元する方法において、

網膜に隣接して患者の目の中に各々がP i Nマイクロフォトダイオードを有する複数の移植片を移植することからなり、移植片のP側は、紫外、可視、および赤外スペクトルの選ばれた一帯域を選択的に通す光フィルター層を有し、移植片のN側は、紫外、可視、および赤外スペクトルの選ばれた一帯域を選択的に通す光フィルター層を有し、それによって、網膜移植片は、P側あるいはN側のいずれが目に入射する光に向かって配向されているかにかかわらず網膜を刺激することができる方法。

24. 各移植片のP側は、可視光のみを選択的に通す光フィルター層を有し、各移植片のN側は、赤外光のみを選択的に通す光フィルター層を有する請求の範囲23に記載の方法。

25. 移植片の一集団が目の中の外網膜と内網膜の間の「網膜下空間」の中に移植され、無作為に、その約半数（すなわち、第一の亜集団）は、P側が目に入射する光に面するように配向され、約半数（すなわち、第二の亜集団）は、N側が目に入射する光に面するように配向される請求の範囲23に記載の方法。

26. 移植片の一集団が目の中の外網膜と内網膜の間の「網膜下空間」の中に移植され、無作為に、その約半数（すなわち、第一の亜集団）は、P側が目に入射する光に面するように配向され、約半数（すなわち、第二の亜集団）は、N側が目に入射する光に面するように配向される請求の範囲24に記載の方法。

27. 微細な移植片の第一の亜集団は、入ってくる可視光のエネルギーを小さな電流に変えて、目の中の光のディテールの感覚を刺激して生物的に機能する視覚を生成し、第二の亜集団は、赤外光誘起電流を変えて、闇電流で網膜を刺激して闇のディテールを生成する請求の範囲26に記載の方法。

28. 赤外光は、体外に装着するIRを発することのできる像生成装置を含むユニットによって目の中に導入され、それによって闇の中ではIR照明が電源を支配し、第二の亜集団に電流を供給して闇のディテールの視覚感覚を刺激する請求の範囲27に記載の方法。

29. 前記IRを発することのできる像生成装置は、また、可視光を発することができ、光および闇のディテールを表示する条件のもとでは、周囲の可視光によって第一の亜集団の中に電流が誘起され、IR光によって第二の亜集団の中に

電流が誘起され、光と闇のディテールの組み合わせられた近くを生成する請求の範囲28に記載の方法。

30. 前記体外に装着するユニットは、さらに、リアルタイムの像を補足する像形成CCDカメラを含み、さらにこれらの像をデジタル化してこれらの像を前記像生成装置へ送るコンピュータ手段を含む請求の範囲29に記載の方法。

31. 像生成装置によって生成された前記リアルタイム像は、可視および赤外の周囲の実像の上にスーパーインポーズされて網膜に示される請求の範囲30に記載の方法。

32. 像生成装置によって生成された像は、周囲の実像と同時にまたは高速連続で示される請求の範囲31に記載の方法。

33. 患者は、コンピュータ手段とインターフェースされた患者入力装置を備え、患者が、前記体外に装着するユニットによって生成されたIRおよび可視光像を修正することができる請求の範囲32に記載の方法。

34. 生物的に機能する視覚を目の中に生成するための移植片において、少なくとも二つのマイクロフォトダイオード・サブユニットを有し、それら二つのサブユニットは、各々が対向するPINおよびNIP配向を示し、それによって、移植片が入射光を受けるように目の中に配置されると、サブユニットの一方が入射光に対してPIN構成を有し、他方のサブユニットが入射光に対してNIP構成を有するようになる移植片。

35. 二つのサブユニットは、対称形で、移植片の対向する表面上に正極電極をまた移植片の対向する表面上に負極電極を有し、それによって、移植片は、二つの表面のいずれが目への入射光に面するかにかかわらず、同じように機能する請求の範囲34に記載の移植片。

36. 前記二つのサブユニットの複数の対を有する請求の範囲35に記載の移植片。

37. 移植片は、前記二つのサブユニットを二対有する請求の範囲36に記載の移植片。

38. 移植片は、幅および長さが1ミクロンから1000ミクロンの間であり、移植片の厚さは、幅の1ないし500パーセントである請求の範囲34に記載の

移植片。

39. 移植片は、幅および長さが約10ミクロンから約50ミクロンの間であり、移植片の厚さは、幅の25ないし50パーセントである請求の範囲34に記載の移植片。

40. 網膜の損傷を有する患者に生物的に機能する視覚を復元する方法において、網膜に隣接して患者の目の中に各々が少なくとも二つのマイクロフォトダイオードを有する複数の移植片を移植することからなり、二つのサブユニットは、各々が対向するP i NおよびN i P配向を有し、それによって、移植片が入射光を受けけるように目の中に配置されると、サブユニットの一方が入射光に対してP i N構成を有し、他方のサブユニットが入射光に対してN i P構成を有するようになる方法。

41. 各移植片の二つのサブユニットは、対称形で、移植片の対向する表面上に正極電極をまた移植片の対向する表面上に負極電極を有し、それによって、移植片は、二つの表面のいずれが目への入射光に面するかにかかわらず、同じように機能する請求の範囲34に記載の移植片。

42. 各移植片は、前記二つのサブユニットの複数の対を有する請求の範囲41に記載の方法。

43. 各移植片は、前記二つのサブユニットを二対有する請求の範囲42に記載の方法。

44. 各移植片は、幅および長さが1ミクロンから1000ミクロンの間であり、移植片の厚さは、幅の1ないし500パーセントである請求の範囲40に記載の方法。

45. 移植片は、幅および長さが約10ミクロンから約50ミクロンの間であり、移植片の厚さは、幅の25ないし50パーセントである請求の範囲44に記載の方法。

46. 複数の前記移植片が、生体両立性のシートの中に埋め込まれ、素子が埋め込まれたシートは、網膜下空間の中に配置される請求の範囲44に記載の方法。

47. 素子が埋め込まれたシートは、ガラス体の側から神経繊維層の表面に配置される請求の範囲46に記載の方法。

48. シートは、生物的劣化材料からつくられる請求の範囲46に記載の方法。
49. 前記移植片は、神経繊維層の表面上に移植される請求の範囲40に記載の方法。
50. 網膜の損傷を有する患者に生物的に機能する視覚を復元する方法において、複数の移植片を患者の目の中の神経繊維層の上に移植することからなり、各移植片は、P i Nマイクロフォトダイオードを有し、PおよびN電極は、各々が突起を含み、複数の移植片のPおよびN電極の少なくとも若干は、内つる状層の各亜層「A」および「B」の中に入り込む方法。
51. 一つの基板の上に形成された二のグループのマイクロフォトダイオード・サブユニットを有する網膜移植片において、該二つのグループは、対向する配向を示し、第一のグループは、少なくとも一つのP i Nサブユニットを含み、第二のグループは、少なくとも一つのN i Pサブユニットを含み、第一のグループのP+層は、第二のグループのN+層に隣接して配置される網膜移植片。
52. 請求の範囲51に記載の網膜移植片において、さらに、第一のグループの少なくとも一つのサブユニットのP-面を第二のグループのサブユニットのN-面に接触させる第一の共通電極、および、第一のグループの少なくとも一つのサブユニットのN-面を第二のグループのサブユニットのP-面に接触される第二の共通電極を有する網膜移植片。
53. 各P i Nサブユニットは、N i Pサブユニットと対にされ、各対のP i N / N i Pサブユニットの組み合わせは、第一および第二の共通電極を有する請求の範囲52に記載の網膜移植片。
54. 請求の範囲53に記載の網膜移植片において、複数の対のP i N / N i Pサブユニットの組み合わせを有する網膜移植片。
55. 複数の対のP i N / N i Pサブユニットの組み合わせは、幅が1ミクロンから、25mmの基板の上に配置される請求の範囲54に記載の網膜移植片。
56. 複数の対のP i N / N i Pサブユニットの組み合わせは、幅が、25mmから15mmの基板の上に配置される請求の範囲54に記載の網膜移植片。

## 【発明の詳細な説明】

多相マイクロフォトダイオード網膜移植片およびそれに  
対応する像形成網膜刺激システム

本出願は、1995年6月6日出願のアメリカ合衆国特許出願一連番号第08／465766号の部分継続出願である。

発明の背景

本発明は、ある種の網膜疾患によって生じる視覚喪失あるいは完全な失明を矯正するために用いることのできる医療製品である。各種の網膜疾患は、脈絡膜、脈絡膜毛細血管板、およびブルック膜および網膜色素上皮を含む外網膜層を含む目の血管層を破壊することによって視覚喪失または失明を招く。これらの層が失われると、それに続いて光受容層で始まる内網膜の外側部分の変性が起こる。外核層、外つる状層、内核層、内つる状層、神経節細胞層、および神経繊維層で構成される残存内網膜の可変的な回避が起こる場合がある。内網膜の回避があれば、この構造を刺激して光の感覚をつくりだすことができる。

これまでに、網膜の各種部分を電氣的に刺激して視覚をつくりだす試みは報告されている。この種の試みの一つは、感光面とその反対側にある電極面を備えて外部的に電力を供給する構成の感光素子を用いるものである。理論的にはガラス体の側から神経繊維層の上に直接この素子を配置すれば、理論的には神経繊維層を刺激するはずである。しかし、神経繊維層の複雑な周波数変調神経信号を複製しなければならないために、この素子が成功するとは思われない。さらに、神経繊維層は、ほぼ径方向の経路に添って走っており、網膜の異なる部分から伸びる重なり合った繊維が多くを形成している。適当な神経繊維を選び出して刺激し、形になった視覚をつくりだすことは、不可能とはいえないにしてもきわめて困難である。

他の素子としては、セレン等の感光材料をコーティングした支持ベースからなるユニットを用いるものがある。この素子は、後部極で外強膜切開を行なって挿入し、強膜と脈絡膜または脈絡膜と網膜の間に載置するように考案されたものである。光が、感光面上に電位を生じてイオンを生成し、それが理論的には網膜内



に移動して刺激を生じることになっている。しかし、この素子は、指向性のある電荷の流れを抑制する明確な表面構造をもたないため、電荷の横方向の移動および拡散が生じ、それによって許容できる分解能力の確保が妨げられることになる。この素子を強膜と脈絡膜の間に配置すれば、また、光受容層および内網膜層への明確なイオンの移動が妨げられる。それは、脈絡膜、脈絡膜毛細血管板、ブルック膜、および網膜色素上皮層が存在するため、これらは、すべて、イオンの通過を妨げる作用をする。この素子を脈絡膜と網膜の間に配置すれば、さらに、明確なイオンの移動の通路にブルック膜と網膜色素上皮層を介在させることになる。この素子は、後部極のきわめて血管の多い脈絡膜の中または脈絡膜を通じて挿入されるため、後部極への血流の断絶に加えて、脈絡膜下、網膜内、および眼窩内出血が生じるおそれがある。この種の素子が試作され、患者の目に移植されて、光は感知されたが、像は形成されなかったという報告がある。

アメリカ合衆国特許第5024223号には、光起電力素子人工網膜が開示されている。この素子は、網膜自身の内部の電位空間の中に挿入される。この空間は、網膜下空間と呼ばれ、網膜の外側層と内側層の間に存在する。素子は、複数の表面電極マイクロフォトダイオード(「SEMCPs」)と呼ばれるものを一枚のシリコン結晶基板上に配置して形成された。SEMCPsは、光を小さな電流に変換し、これらの電流が上にある周囲の内網膜細胞を刺激した。SEMCPsの固い基板の性質のために、脈絡膜から内網膜への栄養分の供給の妨害が生じた。さまざまな形状の開窓手術を行なっても、酸素と生物物質の浸透は最適にはならなかった。

アメリカ合衆国特許第5397350号には、光起電力人工網膜素子に関する他の方法が開示されている。この素子は、液体の基剤の中に複数の独立表面電極マイクロフォトダイオード(ISEMCPs)と呼ばれるものを加えて構成され、やはり目の網膜下の空間に配置された。隣接するISEMCPsの間には開いた空間が存在するため、栄養分と酸素は、外網膜から内網膜層へ流れ、これらの層に栄養分を供給した。この素子の他の実施形態では、各ISEMCPは、電気キャパシタ層を含み、ISEMCP-Cと呼ばれた。ISEMCP-Csは、光の中ではなく闇の中で限られた反対方向の電流を生成し、より効果的に視覚の感

## 覚

を誘起し、長期の单相電流刺激による網膜の電気分解損傷を防いだ。

これらの公知の素子 (SEMCPs、ISEMCPs、および ISEMCP-Cs) は、電力を得るために視覚環境の中の光に依存するものであった。したがって、これらの素子が連続的な弱光環境の中で機能する能力は、限られたものであった。また、ISEMCPs および ISEMCP-Cs がすべて入射光を向くように網膜下空間の中でそれらの位置合わせを行なうことは、困難であった。

### 発明の概要

本発明は、とくに、疾病に罹った目の中に微細な移植片を移植することができるシステムに関するものであって、該システムは、連続弱光レベルの中で機能し、また改善された光と闇のディテールの知覚を産み出すものである。本発明は、二つの基本的な構成要素を持っている。(1) 微細な寸法で目の中に移植される多相マイクロフォトダイオード網膜移植片 (「MMRIs」)、および(2) 体外に装着する対応する像形成網膜刺激システム (「AIRES」) である。AIRES は、赤外線を用いてMMRI を刺激して、弱光条件の間、網膜の中に「闇電流」を生成し、また光と闇のディテールの知覚を改善する。

本発明のMMRI は、その基本的な形態では、その配向に応じてPIN構成を有する。この構成では、移植片のP側は可視光線を通す光フィルター層を有し、移植片のN側は赤外光 (「IR」) のみを通す、好ましくは選ばれた波長の赤外光のみを通す、光フィルターを有する。実際には、このようなMMRIs の一集団を目の外網膜と内網膜の間のいわゆる「網膜下空間」の中に移植し、無作為にその約半数 (すなわち、第一の亜集団) をP側が目に入射する光に向かうように配向し、残りの約半数 (すなわち、第二の亜集団) をN側が目に入射する光に向かうように配向する。

この位置および配向では、MMRIs の第一の亜集団は、入射する可視光のエネルギーを小さな電流に変え、目の中の光の感覚を刺激して像を形成する。換言すれば、第一の亜集団は、可視光を電流に変えて「光の電流」で網膜を刺激し、可視光の知覚を誘起する。MMRIs の第二の亜集団は、弱光条件の間、AIRES

Sによって供給される赤外光を電流に変えて「闇の電流」で網膜刺激し、闇の知覚を誘起する。

対応する像形成網膜刺激システムすなわちA I R E Sは、投射および追跡光学システム（「PTOS」）、神経網コンピュータ（「NNC」）、像形成CCDカメラ（「IMCCD」）、および入力スタイラス・パッド（「ISP」）で構成される。

本発明の一実施形態にあつては、各微細な移植片は、単一の偏平な立方体のユニットの中にまとめて配置された複数の対のMMR Iサブユニットを含む。これら微細な移植片は、各対の各MMR Iが一方の平坦面の上に正の電極がまた他方の平坦面の上に負の電極がくるようにつくられる。各対の各MMR Iは、対の他のMMR Iとは反対方向に配向し、対の第一のMMR Iの負（N）電極は、対の第二のMMR Iの正（P）電極と同じ面上にまたはその近くにあり、また対の第一のMMR Iの正電極は、対の第二のMMR Iの負電極と同じ面上またはその近くにあるように配置される。一個の微細な移植片の各平坦な側は、少なくとも一つのMMR Iからの関係するマイクロフォトダイオードの正電極と他の一つのMMR Iからのマイクロフォトダイオードの負電極を有する。この対称性によって、各マイクロフォトダイオード移植片は、そのどの平坦な表面が入射光に面するかにかかわらず正確に同じように機能する。MMR IサブユニットのP面とS面の上には多層誘電フィルターが配置されて、可視光（400-740nm）はそこを通過してP面に達し、赤外光（740-900nm）はそこを通過してN面に達するようにする。このようにすれば、各MMR IサブユニットのP i N構成が可視光に応答し、N i P構成が赤外光に応答することになる。この実施形態の変形例にあつては、移植片の各側にある共通電極が、一つのMMR Iの正電極を同じ側の第二のMMR Iの負電極に接続する。

この好ましい実施形態にあつては、平坦で微細な移植片の構成は、通常、幅対厚さの比が1：3で、網膜下空間内では自分自身を配向する選好性を有し、その平坦な光活性面の一つが入射光を受け入れるように配置される。各MMR IサブユニットのPおよびN電極および／または該PおよびN電極を接続する共通電極

は、微細な移植片の感光面上またはその近くに配置される。P i N構成によって生成される電流は、上にあるおよび／または隣接する網膜細胞内の「光」の感覚を刺激し、N i P構成によって生成される電流は、同じ細胞の近くの「闇」の感覚を刺激する。

「光電流」のための電力は、入ってくる像の光の可視スペクトルから得られる。「闇電流」のための電力は、スーパーインポーズされた赤外（J R）光および／または外部でコンピュータ制御される光学ヘッドセット・システムによって目の中に投射される像によって供給される。この外部でコンピュータ制御されるヘッドセット投射システムは、本発明の人工網膜素子の第二の構成要素であり、対応する像形成網膜刺激システム「A I R E S」と呼ばれる。

A I R E Sは、構成要素のサブシステムである「投射および追跡光学システム（P T O S）、神経網コンピュータ（N N C）、像形成C C Dカメラ（I M C C D）、および入力スタイラス・パッド（I S P）で構成される。作動中、A I R E Sは、それ自身のI M C C Dによって像のディテールと特徴を「見て」解釈し、この情報をそのN N Cで処理する。次に、変調された赤外光および／または像、および必要な場合には可視光像を目の中に投射して移植片の機能を修正する。P T O Sの中の部分的に反射性で透過性のミラーを用いることによって、A I R E Sは、環境から目の中に入る可視スペクトル像の上にスーパーインポーズされるI Rおよび可視光／像を投射する。最初、A I R E Sは、正確な像を生成するためには移植片の機能をどのように修正すればよいかについて、スタイラス・パッドのような入力素子からの「患者の入力」を用いてN N Cを「訓練し」する。訓練の後、A I R E Sは、ほとんど患者の助けを借りることなく移植片の機能を変調する改善された能力をもつようになる。このM M R IとA I R E Sを組み合わせたシステムの先行技術に対する主たる利点は、この組み合わせたシステムが、弱光環境の中でも機能すること、および、「光」と「闇」電流をA I R E Sによって細かく同調させて最適の像を提供できることである。また、対向する光と闇電流を生成することによって、電気分解による損傷作用が軽減され、移植片の生体両立性が改善される。

この好ましい実施形態にあつては、患者は、A I R E SのP T O Sヘッドセットを装着し、P T O Sヘッドセットは、Iおよび可視光が可能なC R T (I R V C R T)を用いて可変強度のI Rおよび可視光像ならびに照明を目の中に投射する。これらのI Rおよび可視光像ならびに照明は、それらの電流出力を

変調することによって移植片のM M R Iサブユニットの機能を修正する。闇では、I R照明は、支配的な電力源であり、M M R IのN i P構成に電力を供給して闇の視覚感覚を刺激する電流を生成する。しかし、I Rによって誘起されたN i P電流は、P T O Sの周囲の光センサーおよびI M C C Dによって供給される情報にもとづき、N N C制御を介してP T O Sによって修正される。明るい照明条件のもとでは、周囲の光によってより強い電流がM M R IのP i N構成の中に誘起され、変調されたより弱いM M R IのN i P電流を相殺するであろう。これによって正味の光の知覚が生成される。正常な環境の中での像は、光と闇の質が常時変化するので、移植片も、「光電流」と「闇電流」の間でその電気出力を迅速に変化させることになる。移植片の「光電流」の変調は、また、A I R E SのP T O Sによって、周囲の光像の上のスーパーインポーズされる付加的可視光像を投射して行なうこともできる。

作動中、A I R E Sは、そのI M C C Dによって供給されるデジタル化された像をそのN N Cを用いて処理する。この好ましい実施形態にあつては、A I R E Sは、スーパーインポーズされたリアルタイム・ビデオの可視像および赤外像を網膜の移植片の上に投射する。これらの像は、I R V C R Tから同時にまたは高速連続的に表示される。あるいは、フィルター式能動マトリックスL C D、L E D表示装置、あるいはフィルター式プラズマ表示装置等の適当な表示装置を用いて可視およびI R光および像を生成することもできる。A I R E Sは、P T O Sで投射された像を、それらの波長、強度、持続時間、およびパルス周波数を変化させることによって制御する。患者の入力素子(例、入力スタイラス・パッド)も、N N Cとインターフェースさせ、P T O Sヘッドセットによって生成されたI Rおよび可視光像を患者が修正できるようにする。患者のこの「フィードバック」は、A I R E SのN N Cによって分析され、I M C C Dからのコンピュータ

処理した像と比較され、その差をA I R E Sの神経網ソフトウェアが学習する。教授期間の後、N N Cは、コンピュータで生成された可視およびI R像を自動的に調節して、患者の助けを借りずに像の質を改善することができるようになる。P T O SのI Rおよび可視像の刺激周波数および持続期間を調節することによって、A I R E Sは、また、患者によっては色の感覚を刺激することもで

きるようになる。これは、白と黒のベンハムの独楽を回転させてあるいは周波数変調させた白黒テレビ・モニターを用いて、正常の視力の人に色の感覚を誘起させる方法と似ている。

本発明のM M R IおよびA I R E S構成要素は、主として以下の点で先行技術と異なるものである。可視および赤外像および光は、M M R Iの機能を選択的に変調するために用いられる。一つのM M R Iは、その二つの光活性のある側のいずれか一方からくる光で刺激されて、両側から局所的な刺激性電流を生成する。M M R I sの扁平な形状によって、これら素子が網膜下空間に配置されたときに、それらの入射光へ向かう選好的配向が可能となる。このA I R E Sシステム用いて、M M R I sからの電氣出力を個々の患者の必要に合わせてプログラムすることができる。M M R I sのこの構成によって、また、それらを用いて、網膜の神経繊維層、神経節細胞層、または内つる状層を網膜下空間から刺激することもできるし、あるいは、製造中のそれらの極性を逆転させることによって、残っている光受容層、二極細胞層、または内つる状層を網膜下空間から刺激することもできる。M M R I sからの電流出力の二極性は、選好技術の電氣刺激のほとんどが単相性であるのと比して、生物的に許容される度合いが高い。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明のマイクロフォトダイオード網膜移植片の一実施形態の平面図である（M M R I）。

第2図は、第1図のI I - I I線を含む平面に添って切った断面図である。

第3図は、本発明の第二の実施形態の平面図である（M M R I - E）。

第4図は、第3図のI V - I V線を含む平面に添って切った断面図である。

第5図は、第1図のマイクロフォトダイオード網膜移植片の製造工程を示す図

である (MMR I)。

第 6 図は、二対の MMR I サブユニットで構成される本発明の第三の実施形態の平面図である (MMR I - 4)。

第 7 図は、第 6 図の V I - V I 線を含む平面に添って切った斜視断面図である。

第 8 図は、二対の MMR I - E サブユニットで構成される本発明の第四の実施形態を示す平面図である (MMR I - 4 E)。

第 9 図は、第 8 図の V I I I - V I I I 線を含む平面に添って切った斜視断面図である。

第 1 0 図は、第 6 図のマイクロフォトダイオード網膜移植片 (MMR I - 4) の製造中に 3 インチのシリコン・ウェハーをより厚い 4 インチのシリコン・ウェハーの上に固定させたものを示す三次元図、平面図、および拡大差し込み図である。

第 1 1 図は、網膜下空間の好ましい位置に移植された第 6 図のマイクロフォトダイオード網膜移植片 (MMR I - 4) を示す図である。

第 1 2 図は、網膜の神経繊維層の他の位置に移植された第 6 図のマイクロフォトダイオード網膜移植片 (MMR I - 4) を示す図である。

第 1 3 図は、本発明のマイクロフォトダイオード移植片の第五の実施形態の平面図である (MMR I - I P V)。

第 1 4 図は、第 1 3 図の X - X 線を含む平面に添って切った断面図である。

第 1 5 図は、本発明のマイクロフォトダイオード移植片の第六の実施形態の平面図である (MMR I - I P I R)。

第 1 6 図は、第 1 5 図の X I I - V I I 線を含む平面に添って切った断面図である。

第 1 7 図は、本発明のマイクロフォトダイオード移植片の第七の実施形態の平面図である (MMR I - I P V I R - A)。

第 1 8 図は、第 1 7 図の X I V - X I V 線を含む平面に添って切った断面図である。

第19図は、本発明のマイクロフォトダイオード移植片の第八の実施形態の平面図である。

第20図は、第19図のXVI-XVI線を含む平面に添って切った断面図である。

第21図は、第17図のマイクロフォトダイオード移植片が網膜下空間の好ましい位置にあり、それらの電極が内つる状層の亜層Bおよび亜層Aの中に挿入された状態を示す網膜の断面図である。

第22図は、本発明の第九の実施形態において、第17図のマイクロフォトダイオード移植片の極性を逆転させたものが網膜下空間の好ましい位置にあり、それらの電極が内つる状層の亜層Bおよび亜層Aの中に挿入された状態を示す網膜の断面図である。

第23図は、対応する像形成網膜刺激システム(AIRES)の構成要素のサブシステムである、投射および追跡光学システム(PTOS)、神経網コンピュータ(NNC)、および入力スタイラス・パッド(ISP)を示す一般的な線図である。Q-SEMCPsは、目の中に移植された状態で示されている。

第24図は、眼鏡ヘッドセットとして構成されたPTOS素子およびその光学系の概要を示す図である。

第25図は、PTOS、NNC、およびISPからなるAIRESシステムの構成要素を示す図である。

第26図は、本発明の移植片の第九の実施形態(「MMRI-OPSISTER-D」)を含む大型ウェハーの平面図である(詳細な分解差し込み図を含む)。

第27A-E図は、第26図のMMRI-OPSISTER-Dの製造工程を示す第26図のXXVI-XXVI線を含む平面に添って切った斜視断面図である。

第28図は、斜の縁部を有する小型チップに用いられて網膜下空間内に移植されたMMRI-OPSISTER-D素子を示す図である。

現時点で好ましい実施形態の詳細な説明



本発明の好ましい一実施形態（第1-2図）にあっては、各マイクロフォトダイオード移植片（106）は、単一の二側面マイクロフォトダイオードを収容した偏平な立方体素子（以後、MMRIと呼ぶ）としてつくられる。この好ましい実施形態にあっては、各MMRI（106）は、角および縁が丸められた偏平な立方体の形状をなし、微細な寸法をもち、物理的に独立したユニットである。MMRIs（106）は、その二つの感光側、すなわちP側（107a）またはN側（107b）のいずれが可視および／または赤外光（108）によって刺激されるかに応じてPINまたはNIP素子として機能することができる。MMRI（106）の層は、上端から下端に向けて、好ましくはPドーフト・ポリシリコンでつくられるP電極（110）、可視光（400nm-740nm）

のみを次のP+層（112）へ通す多層誘電フィルター（122）、層（110）と（112）の間に電氣的接触を確立するための金、アルミニウム、チタン、およびクロムのいずれかまたはすべての化合物からつくられるコンタクトパッド（114）、P+層（112）とN型シリコン基板（128）の間に自然に形成される固有層（126）、N+層（118）、赤外光（740nm-900nm）のみをN+層（118）へ通す多層誘電フィルター（124）、N+層（118）と好ましくはNドーフト・ポリシリコンでつくられるN電極（116）である最後の層の間の電氣的接触を確立するための金、アルミニウム、チタン、およびクロムのいずれかまたはすべての化合物からつくられるコンタクトパッド（120）を含む。

第1-2図は、P電極（110）およびN電極（116）がMMRI（106）の全表面を覆うものとして示しているが、異なる実施形態にあっては、P電極（110）は感光側のP側（107a）の一部を覆い、N電極（116）は感光側のN側（107b）の一部を覆うものとすることもできる。これらの部分は、0.1%ないし99.9%の間の範囲とすることができる。P電極（110）およびN電極（116）を部分的に覆う目的は、MMRI（106）によって生成される電流の集中を可能にするためである。また、同じく第1-2図に示すように、MMRI（106）の幅と奥行きは同じ大きさで、5 $\mu$ mと100 $\mu$ mの間で

あり、高さは幅および奥行きの25%ないし50%である。ただし、他の実施形態にあっては、MMRI (106) は、幅および奥行きを1  $\mu\text{m}$  程度に小さくすることもあるいは2000  $\mu\text{m}$  程度の大きくすることもでき、また幅および奥行きは同じ大きさでなくともよい。また、MMRIの高さは、幅および奥行きの1%ないし500%の間とすることができる。好ましくは、MMRIのN-型シリコン基板 (128) は、50から2000  $\Omega/\text{cm}^2$  のオーム抵抗値を示す。ただし、他の実施形態にあっては、MMRIのN-型シリコン基板 (128) は、1  $\Omega/\text{cm}^2$  から100000  $\Omega/\text{cm}^2$  の間のオーム抵抗値をとることができる。各MMRI (106) の好ましい設計電流出力は、入射照明 (108) に応じて1ないし5000 nA程度である。ただし、0.01 nAから200000 nAの範囲が適当な場合もある。

本発明の第二の実施形態 (MMRI-E) (第3-4図) にあっては、第1-2図のMMRI sは、ポリシリコン層110が多層誘電可視光フィルター層122とP+層112の間にはさまれ、ポリシリコン層116が多層誘電IRフィルター層124とN+層124の間にはさまれるようにしてつくられる。第1-2図のアルミニウムのコンタクトパッド114および120は、この実施形態では必要ない。この実施形態では、MMRI-E sの上にある網膜細胞ではなくMMRI-E sに隣接する網膜細胞が主として刺激される。この第二の実施形態は、上端を刺激するよりは側部を刺激するほうが視覚がよりよく誘起される患者に用いられる。残りの層である固有層126、N-型シリコン基板層128、P-側107、およびN-側107bは、変わらない。

第5図のAないしLは、好ましいMMRI sの製造工程を示す。第5A図に示すように、200ないし400  $\Omega\text{-cm}$  の3" の浮遊域1-0-0 N-型シリコン・ウェハー (140) が8  $\mu\text{m}$  まで薄くされ、次に、幅0.4" ないし0.5" のシリコン支持リング (化学エッチングおよびチャンネル・ストップ法によって30-40度のi. d. テーパを示すようにつくられる) がターゲット・ウェハー (140) にオキサイド・ボンディングされる。第5B図に示すように、ウェハー (140) の片側ではP+層 (144) が0.2  $\mu\text{m}$  の深さまでイオン打

ち込みされる。反対側は、打ち込みが行なわれないようにマスクされる。第5 C 図に示すように、ウエハー (1 4 0) がひっくり返され、第二の側でN+層(1 4 6)が $0.2\mu\text{m}$ の深さまでイオン打ち込みされる。第一のP+側は、打ち込みが行なわれないようにマスクされる。

第5 D図に示すように、P+ (1 4 4) およびN+ (1 4 6) 層がともに $0.5\mu\text{m}$ ないし $0.6\mu\text{m}$ の深さまで熱でドライブされる。第5 E図に示すように、P+側 (1 4 4) に、TiO<sub>2</sub>層およびクォーツ層を蒸着によって交互に多層形成して、 $400-740\text{nm}$ の可視光を通すが $740-900\text{nm}$ の赤外光は阻止する干渉フィルター (1 4 8) を生成する。この誘電層 (1 4 8) の合計の厚さは、約 $3.50$ ないし $5\mu\text{m}$ である。第5 F図に示すように、ウエハーをひっくり返してN+側 (1 4 6) を露出させ、TiO<sub>2</sub>層およびクォーツ層を蒸着によって交互に多層形成して、 $740-900\text{nm}$ の赤外光を通すが $400$

$740\text{nm}$ の可視光は阻止する干渉フィルター (1 5 0) を生成する。この誘電層 (1 5 0) の合計の厚さは、約 $2-3\mu\text{m}$ である。第5 G図では、フォトレジストがスピン・オンされ、ウエハー (1 4 0) の両側がパターニングされ、干渉膜 (1 4 8 および 1 5 0) を貫通してP+層 (1 4 4) およびN+層 (1 4 6) まで達する $8\mu\text{m}\times 8\mu\text{m}$ のコンタクトホール (1 5 2) が形成される。コンタクトホールは、 $50\mu\text{m}$ の間隔で正方形の格子状に形成される。第5 H図に示すように、ウエハー (1 4 0) の両側にアルミニウム (1 5 4) が蒸着される。該5 I図では、フォトレジストがスピン・オンされ、ウエハー (1 4 0) の両側がパターニングされ、 $8\mu\text{m}\times 8\mu\text{m}$ の全コンタクトホールの上に $12\mu\text{m}\times 12\mu\text{m}$ のアルミニウムのコンタクトパッドが形成され、続いてアルミニウムの中に熱でドライブされる。第5 J図では、補助的にプラズマを用いた低圧CVDによってウエハー (1 4 0) のP+側の干渉フィルター (1 4 8) の上にP+シリコン (1 5 6) を $0.2\mu\text{m}$ ないし $0.5\mu\text{m}$ 蒸着させ、 $250^\circ$ ないし $300^\circ\text{C}$ でアルミニウムのコンタクトパッド (1 5 4) との電氣的接触を確立する。ウエハーの反対側はマスクしておく。第5 K図では、補助的にプラズマを用いた低圧C

VDによってウェハー(140)のN+側の干渉フィルター(150)の上にN+シリコン(158)を $0.2\mu\text{m}$ ないし $0.5\mu\text{m}$ 蒸着させ、 $250^\circ$ ないし $300^\circ\text{C}$ でアルミニウムのコンタクトパッド(154)との電氣的接触を確立する。第5L図では、3インチウェハーをエキシマレーザーで $50\mu\text{m}\times 50\mu\text{m}$ の正方形(160)にカットし、各正方形の各側に一つのコンタクトパッドを心合わせする。最終的にきれいにし、洗浄し、回収された正方形がMMRIsである。これらのMMRIsは、超音波エネルギーを用いてガラス容器の中で短時間掻き混ぜ、素子の尖った角と縁をわずかに丸める。

第6-7図は、本発明の人工網膜素子の第三の実施形態の層状微細構造8を示す。この実施形態は、本発明の他の実施形態と区別するために、便宜上MMRI-4と呼び、(8)で示す。MMRI-4(8)は、角と縁が丸められて微細な大きさにつくられた偏平な立方体の形状を示す。この素子は、四つのマイクロフォトダイオード・サブユニット( $10a\times 2$ および $10b\times 2$ )からなる。MMRI-4(8)の各マイクロフォトダイオード・サブユニット( $10a$ また

は $10b$ )は、その感光面のいずれが光(12)に向けられるかによってPinまたはNiP素子となる。例えば、第7図に示すように、左手前のマイクロフォトダイオード( $10a$ )は、P+タブ(14)が入射光(12)に面しているためPinサブユニットとして行動する。反対に、右手前のマイクロフォトダイオード( $10b$ )は、N+タブ(18)が入射光(12)に面しているためにNiPサブユニットとして行動する。MMRI-4(8)をひっくり返せば、マイクロフォトダイオード・サブユニット( $10a$ )は、そのN+タブ(18)が入射光に面するようになり、したがってNiP素子として行動することは容易に理解されよう。同様に、ひっくり返した場合、マイクロフォトダイオード・サブユニット( $10b$ )は、そのP+タブ(14)が入射光に面するようになり、したがってPin素子として行動する。

第6-7図では、さらに、MMRI-4(8)は、基本的な形では、MMRI-4(8)の上端および下端側の四つのP+タブ(14)面上に四つの正(P)電極(13)が配置されていることがわかる(第7図では、奥の二つのマイクロ

フォトダイオード・サブユニットの下端の構造が見えないことに注意)。これらのP電極(13)は、好ましくはPドーフト・ポリシリコンでつくられ、CVDで生成され、P+タブ(14)の内角部上に蒸着される。P電極(13)とP+タブ(14)の間には、接着を促進しまた光をブロックする障害物として作用する金、チタン、またはクロムの層(14a)が配設される。MMRI-4(8)は、また、四つのN+タブ(18)の上に配置された四つの負(N)の電極(16)を含む。これらのN電極(16)は、好ましくはNドーフト・ポリシリコンでつくられ、CVDで生成され、N+タブ(18)の内角部上に蒸着される。N電極(16)とN+タブ(18)の間には、接着を促進しまた光をブロックする障害物として作用する金、チタン、またはクロムの層(14a)が配設される。

あるいは、P電極(13)とN電極(16)を電流を通す任意の適当な材料でつくこともできる。この種の導電材料としては、金、クロム、アルミニウム、イリジウム、および白金、またはこれらの材料の任意の組み合わせまたは化合物が含まれるが、それらに限定されるものではない。P電極(13)とN電極(16)は、それぞれのP+タブ(14)またはN+タブ(18)の表面の01

%から99.9%間での間の任意の部分を覆うことができる。P電極(13)で覆われないP+タブ(14)の部分には、フィルター層(20)が配置される。これらのフィルター層(20)は、好ましくは多層誘電コーティングからつくられ、P+タブ(14)表面へ可視光(400nmないし740nm)のみを通す。N電極(16)で覆われないN+タブ(18)の部分には、フィルター層(22)が配置される。これらのフィルター層(22)は、同じく好ましくは多層誘電コーティングからつくられ、N+タブ(18)表面へ赤外光(740nmないし900nm)のみを通す。各P+タブ(14)の下には、P+タブ(14)とN-型シリコン基板(25)の間に固有層(15)が自然に形成される。N+タブ層(18)は、N-型シリコン基板(25)の中へ付加的なN-型リンのイオン打ち込みを行なって生成する。各MMRI-4サブユニット(10a×2、10b×2)のまわりでのP-型ボロンのイオン打ち込みによって、マイクロフォトダイオードのサブユニットを電気的に互いに分離するためのチャンネル・スト

ップ(24)が生成される。チャンネル・ストップ材料(24)外側は、N型シリコン基板(25b)で取り囲まれる。

第6-7図に示す本発明の実施形態にあつては、MMRI-4(8)の幅および奥行きは、同じ大きさであり、10ないし50ミクロンの間である。また、高さは、幅および奥行きの大きさの25%ないし50%である。コンタクトパッドお偏平な立方体の形状によって、MMRI-4(8)が網膜下空間の中に移植されたとき、MMRI-4(8)の二つの平坦な感光側のいずれでも選好的に入射光(12)へ向けることができる。MMRI-4s(8)は、奥行きのおよび幅を1ミクロン程度に小さくつくることもあるいは1000ミクロン程度に大きくつくることもできる。また、幅と奥行きは同じである必要はない。さらに、MMRI-4の高さは、幅および奥行きの1%ないし500%とすることができる。第6-7図の実施形態にあつては、MMRI-4のN型基板(25および25b)は、50と2000オーム-cm<sup>2</sup>の間のオーム抵抗値を有する。ただし、MMRI-4のN型基板(15および25b)は、1オーム-cm<sup>2</sup>と100000オーム-cm<sup>2</sup>の間のオーム抵抗値をもつことができる。各MMRI-4サブユニット・マイクロフォトダイオード(10aまたは10b)

の電流出力の好ましい設計値は、入射照明(12)に応じて1ないし5000nA程度である。ただし、0.01nAから200000nAの範囲も適当な値とすることができる。MMRI-4(8)は、P+タブ(14)およびN+タブ(18)の各面積に対するP電極(13)および/またはN電極(16)のそれぞれの面積を変えることによって、電気出力を大きくあるいは小さく修正することができる。

第8-9図は、本発明の人工網膜素子の第四の実施形態の層状微細構造を示す。この実施形態は、本発明の他の実施形態と区別するために、便宜上MMRI-4Eと呼び、(8a)で示す。MMRI-4E(8a)は、角と縁が丸められて微細な大きさにつくられた偏平な立方体の形状を示す。この素子は、四つのマイクロフォトダイオード・サブユニット(10a×2および10b×2)からなる。MMRI-4E(8a)の各マイクロフォトダイオード・サブユニット(10

aまたは10b)は、その感光面のいずれが光(12)に向けられるかによってP i NまたはN i P素子となる。例えば、第9図に示すように、左手前のマイクロフォトダイオード(10a)は、P+タブ(14)が入射光(12)に面しているためP i Nサブユニットとして行動する。反対に、右手前のマイクロフォトダイオード(10b)は、N+タブ(18)が入射光(12)に面しているためにN i Pサブユニットとして行動する。MMR I-4 E(8a)をひっくり返せば、マイクロフォトダイオード・サブユニット(10a)は、そのN+タブ(18)が入射光に面するようになり、したがってN i P素子として行動することは容易に理解されよう。同様に、ひっくり返した場合、マイクロフォトダイオード・サブユニット(10b)は、そのP+タブ(14)が入射光に面するようになり、したがってP i N素子として行動する。

第8-9図では、さらに、MMR I-4 E(8a)は、基本的な形では、MMR I-4 E(8a)の上端および下端側の四つのP+タブ(14)面上に四つの透明正(P)電極(13)が配置されていることがわかる(第9図では、奥の二つのマイクロフォトダイオード・サブユニットの下端の構造が見えないことに注意)。これらの透明P電極(13)は、好ましくはPドーフト・ポリシリコンでつくられ、CVDで生成され、P+タブ(14)の上に蒸着される。MMR I

-4 E(8a)は、また、四つのN+タブ(18)の上に配置された四つの透明負(N)電極(16)を含む。これらの透明N電極(16)は、好ましくはNドーフト・ポリシリコンでつくられ、CVDで生成され、N+タブ(18)の内角部上に蒸着される。

あるいは、P電極(13)とN電極(16)を薄い透明な層に蒸着できまた電流を通す任意の適当な材料でつくすることもできる。この種の導電材料としては、金、クロム、アルミニウム、イリジウム、および白金、またはこれらの材料の任意の組み合わせまたは化合物が含まれるが、それらに限定されるものではない。P電極(13)の上には、フィルター層(20)が配置される。これらのフィルター層(20)もまた、好ましくは多層誘電コーティングからつくられ、透明P電極(13)へまたさらにP+タブ(14)表面へ可視光(400nmないし7

40 nm)のみを通す。N電極(16)の上には、フィルター層(22)が配置される。これらのフィルター層(22)もまた、同じく好ましくは多層誘電コーティングからつくられ、透明N電極(16)へまたさらにN+タブ(18)表面へ赤外光(740 nmないし900 nm)のみを通す。各P+タブ(14)の下には、P+タブ(14)とN-型シリコン基板(25)の間に固有層(15)が自然に形成される。N+タブ層(18)は、N-型シリコン基板(25)の中へ付加的なN-型リンのイオン打ち込みを行なって生成する。各MMRI-4Eサブユニット(10a×2、10b×2)のまわりでのP-型ボロンのイオン打ち込みによって、マイクロフォトダイオードのサブユニットを電氣的に互いに分離するためのチャンネル・ストップ(24)が生成される。チャンネル・ストップ材料(24)外側は、N-型シリコン基板(25b)で取り囲まれる。

第8-9図に示す本発明の実施形態にあつては、MMRI-4E(8a)の幅および奥行きは、同じ大きさであり、10ないし50ミクロンの間である。また、高さは、幅および奥行きの大きさの25%ないし50%である。コンタクトパッドお偏平な立方体の形状によって、MMRI-4E(8a)が網膜下空間の中に移植されたとき、MMRI-4E(8a)の二つの平坦な感光側のいずれでも選好的に入射光(12)へ向けることができる。MMRI-4Es(8a)は、奥行きのおよび幅を1ミクロン程度に小さくつくこともあるいは1000ミクロ

ン程度に大きくつくすることもできる。また、幅と奥行きは同じである必要はない。さらに、MMRI-4Eの高さは、幅および奥行きの1%ないし500%とすることができる。第8-9図の実施形態にあつては、MMRI-4EのN型基板(25および25b)は、50と2000オーム-cm<sup>2</sup>の間のオーム抵抗値を有する。ただし、MMRI-4EのN型基板(15および25b)は、1オーム-cm<sup>2</sup>と100000オーム-cm<sup>2</sup>の間のオーム抵抗値をもつことができる。各MMRI-4Eサブユニット・マイクロフォトダイオード(10aまたは10b)の電流出力の好ましい設計値は、入射照明(12)に応じて1ないし5000 nA程度である。ただし、0.01 nAから200000 nAの範囲も適当な



値とすることができる。MMR I-4 E (8 a) は、P電極 (13) および／またはN電極 (16) のそれぞれの厚さしたがって透明さを変えることによって、電気出力を大きくあるいは小さく修正することができる。

第10図および第10図の差し込み図は、好ましいMMR I-4 s (8) の製造を説明する図である。MMR I-4 sの製造の第一段階は、直径3インチで厚さ8ミクロンのN型1-0-0シリコン・ウェハーから始まる。このウェハー (30) は、チタンのピン (32) を用いて、その周囲を厚さ約500ミクロンの4インチ・ウェハー (34) に固定する。第10図の差し込み図に示すように、複数のN型の正方形の島のグループ (8) が、両側からP型ボロン・チャンネル・ストップ (24) のイオン打ち込みによって周囲のN型基板 (25 b) から分離され、最終的にMMR I-4 sになる。チャンネル・ストップ (24) は、直径3インチのウェハー (30) の厚さ全体を通して熱でドライブされ、各正方形の島 (8) ごとにN型シリコン・ウェハー (25) の4本の正方形のコラムを分離する。各正方形のコラム (25) は、各側が11ミクロンで、1ミクロンのP型チャンネル・ストップ (24) によって同じMMR I-4 (8) の隣接する正方形のコラム (25) から分離される。その結果得られるチャンネル・ストップ (24) を含む正方形の島 (8) は、各側が21ミクロンである。これらの正方形の島 (8) は、1ミクロンのN型シリコン基板 (25 b) によって互いに分離される。エキシマレーザーで、位置合わせの穴 (36) が3インチ・ウェハー (30) を通して開けられる。これらの穴 (36) によって、3

インチ・ウェハー (30) のいずれの側からでも製造マスクの位置合わせが容易になる。

第7図に示すP+タブ (14) は、P型ボロンのイオンをN型の正方形のコラム (25) の中に打ち込み、熱拡散させることによって生成される。MMR I-4の正方形の島 (8) の各側には、二つのP+タブ (14) が形成され、互いに対角に配置される。正方形のコラム (25) のP+タブ (14) とN型シリコン基板の間には、固有層 (15) が自動的に形成される。N+タブ (18) は、

付加的なN-型のリンのイオンをP+タブ(14)と反対の側からN-型シリコン基板の正方形のコラム(25)の中に打ち込み、熱拡散させることによって生成される。金、クロム、またはチタンの層(14a)を蒸着させて、接着を促進しまたすべてのP+タブ(14)およびN+タブ(18)の内角部で光をブロックする障害物として作用するようにした後、P+タブ(14)およびN+タブ(18)の上に各々がP+タブ(14)とN+タブ(18)表面の10%を覆うP-ドーフト・ポリシリコン電極(13)とN-ドーフト・ポリシリコン電極(16)が蒸着される。第10図の3インチ・ウェハー(30)は、まだ4インチの支持ウェハー(34)の上に固定されているが、ここで、真空蒸着チャンバーへ移され、該チャンバー内で、P+タブ(14)の上に可視光(400-740nm)を帯域通過させる多層誘電コーティング(20)が蒸着され、N+タブ(18)の上に赤外光を帯域通過させる多層誘電コーティング(22)が蒸着される。次に、3インチ・ウェハー(30)がひっくり返され、4インチ支持ウェハーの上に再固定される。再び、金、クロム、またはチタンの接着層および光ブロック層(14a)を蒸着させた後、P+タブ(14)およびN+タブ(18)の上にそれぞれ可視光(400-740nm)を帯域通過させる多層誘電コーティング(20)と赤外光(740-900nm)を帯域通過させる多層誘電コーティング(22)が蒸着される。

第10図に示すように、MMRI-4の正方形の島(8)がつくられた最終的な3インチ・ウェハー(30)が、ここで4インチ支持ウェハー(34)から取り外される。次に、3インチ・ウェハー(30)が、水性で溶解性の接着剤で4インチ・ウェハー(34)に再接着される。MMRI-4の島(8)を互いに分

離するために、エキシマレーザーを用いてXおよびY方向の切れ込みをつくる。ただし、MMRIの島(8)は、接着剤によってまだ支持ウェハー(34)に接着されたままである。次に、ウェハー・アセンブリ(30および34)を水性の溶媒の中に入れて接着を溶解させる。標準的な濾過法を用いて、MMRIの正方形の島(8)が水性溶液から回収され、洗浄され、乾燥される。回収されたMMRI-4の島(8)は、超音波エネルギーを用いてガラス容器の中で短時間掻き

混ぜられる。この掻き混ぜ工程によって、MMR I-4 s (8) の尖った角と縁がわずかに丸められる。第7図のMMR I-4 s (8) で示す得られた最終の素子は、再び洗浄され、回収され、殺菌され、さらに目の中に移植するために生体両立性のある半固体または液体の基剤の中に入れられる。

第11図は、網膜下空間(82)内の好ましい単層位置に移植されたMMR I-4 s (8)を示す。図には、後極における目の内側から目の外側までの目の諸層のそれぞれの位置が示されている。すなわち、内部境界膜(50)、神経繊維層(52)、神経節細胞層(54)、内つる状層(56)、内核層(58)、外つる状層(60)、外核細胞層(62)、および光受容層(64)で、これらがすべて合わされて内網膜層(66)を構成する。MMR I-4 s (8)は、内網膜層(66)と外網膜層(72)を構成する網膜色素上皮(68)およびブルック膜(70)の間に配置される。外網膜層(72)の外部には、脈絡膜毛細血管板(72)および脈絡膜脈管構造(74)を有する脈絡膜(76)、および目の外側被覆を構成する強膜(80)がある。

第12図は、網膜の内部境界膜表面(50)上の神経繊維層(52)の近くに配置される他の実施形態の位置でのMMR I-4 s (8)を示す。この位置では、MMR I-4 s (8)は、可撓性で生体両立性のシート(44)の中に埋め込まれる。このシートは、各MMR I-4 s (8)の平たい両感光面を露出させることができる。MMR I-4 s (8)によって内部境界膜表面(50)を介して網膜神経繊維層(52)を電氣的に刺激しても人工視覚が誘起されるが、生成される像の質は、第11図に示す網膜下空間(82)から網膜を刺激して形成されるものほどよくはない。第12図には、後極における目の内側から目の外側までの目の諸層のそれぞれの位置が示されている。すなわち、内部境界膜(50)、神

経繊維層(52)、神経節細胞層(54)、内つる状層(56)、内核層(58)、外つる状層(60)、外核細胞層(62)、および光受容層(64)で、これらがすべて合わされて内網膜層(66)を構成する。網膜色素上皮(68)およびブルック膜(70)は、外網膜層(72)を構成する。外網膜層(72)の外

部には、脈絡膜毛細血管板（72）および脈絡膜脈管構造（74）を有する脈絡膜（76）、および目の外側被覆を構成する強膜（80）がある。

第13-16図に示すように、本発明のMMRI構成要素の他の実施形態においては、各MMRIの中に埋め込まれた二つの誘電フィルター層は、ともに可視光透過型（210、222）であるかまたはともにIR光透過型（310、322）である。これらの電極にポリシリコンを用いる代わりに、これらの素子（202、204、302、304）の電極は、金からつくられて、業界の標準的な「ウェハー・バンピング」法で蒸着される。ただし、金の代わりにアルミニウムまたは白金を使用することもできる。これによって、各電極は、アルミニウム・コンタクトパッド（214、224、314、324）に接着される突起状構造に形成される。次に、金の各突起電極（202、204、302、304）の全表面が、尖端部を除いて二酸化シリコンまたは窒化シリコンの絶縁層（208、226、308、326）で覆われる。突起電極の高さは、素子の片側で反対側より高くし、高い側（202、302）で5 $\mu$ mないし200 $\mu$ m、低い側（204、304）で1 $\mu$ mないし195 $\mu$ mとする。このようにつくられたら、これら個々の素子が二つの集団を形成する。すなわち、（1）（200）で示す可視光に反応する素子（「MMRI-IPV」）で、負（N）側（205b）に高い突起電極（HPE）（202）がまた正（P）側（205a）に低い突起電極（LPE）（204）がくるもの、および（2）（300）で示すIR光に反応する素子（「MMRI-IPIR」）で、正側（305b）にHPE（302）がまた負側（305a）にLPE（304）がくるものである。

第17-18図に示すように、これら二つのユニット、すなわちMMRI-IPV（200）およびMMRI-IPIR（300）は、（400）で示すように一つのMMRI-IPV（200）と一つのMMRI-IPIR（300）で構成される組み合わせユニット（MMRI-IPVIR-A）として存在する

ことも可能である。MMRI-IPV（200）のHPE（202）とMMRI-IPIR（300）のHPE（302）は、MMRI-IPVIR-Aの片側で同じ方向を指すようにされる。MMRI-IPV（200）のLPE（204）

とMMRI-IPIR (300) のLPE (304) も、MMRI-IPVIR-Aの反対側でHPE (202、302) と反対の同じ方向を指すようにされる。

第21図に示すように、MMRI-IPVIR-A (400) は、網膜下空間 (82) の中に配置され、光受容層が完全に変性してしまって二極細胞層 (58a) あるいは内つる状層 (56) が網膜下空間 (82) に隣接する層となっている網膜を刺激するために用いられる。亜層「B」 (56b) として知られる「光のチャンネル」の内つる状層は、亜層「A」 (56a) として知られる「闇のチャンネル」の内つる状のと比較して網膜下空間 (82) から離れているため、HPE電極 (202、302) は、亜層「B」 (56b) の中の「光のチャンネル」のシナプスと選択的に接触するようになり、LPEs (204、304) は、亜層「A」 (56a) の中の「闇のチャンネル」のシナプスと選択的に接触するようになる。このような構成によって、可視光の刺激が選択的に減極し、HPE (202) によって負の電流が生成されるようにして亜層「B」の中の光チャンネルを活性化し、また、IR光の刺激が選択的に過分極し、HPE (302) によって正の電流が生成されるようにして亜層「B」の中の光チャンネルを抑止することが可能となる。この構成によって、また、IR光の刺激が選択的に減極し、LPE (304) によって負の電流が生成されるようにして亜層「A」の中の闇チャンネルを活性化し、また、可視光の刺激が選択的に過分極し、LPE (204) によって正の電流が生成されるようにして亜層「A」の中の闇チャンネルを抑止することが可能となる。

第12および22図に示すように、他の一実施形態にあっては、MMRI-4 (8)、および便宜上逆極性MMRI-IPVIR-Aと呼ばれる移植片、MMRI-IPVIR-ARs (8c) は、素子の電極面を露出させることができる生体両立性のシート (44) の中に埋め込まれる。

第12図に示すように、MMRI-4 (8) が埋め込まれたシート (44) は、ガラス体側から網膜の内部境界膜表面 (50) の上に置かれる。MMRI-4  
s

(8)は、この位置から網膜の神経繊維層(52)および/または神経節細胞(54)を刺激することになる。

第22図に示すように、MMRI-IPVIR-ARs(8c)の場合には、それらの電極が神経繊維(52)および神経節細胞層(54)を貫通して内つる状層(56)の亜層「B」の光チャンネル層(56b)および亜層(A)の閾チャンネル層(56a)の領域内に入り、これらの層を選択的に刺激して視覚の感覚を誘起する。第21図のMMRI-IPVIR-As(400)と比較した場合のMMRI-IPVIR-ARs(8c)の逆極性は、亜層「A」(56a)の閾チャンネルを過分極(抑止)しながら亜層「B」(56b)の光チャンネルを減極(活性化)する可視光刺激の効果、および亜層「B」(56b)の光チャンネルを過分極(抑止)しながら亜層「A」(56a)の閾チャンネルを減極(活性化)するIR光刺激の効果、を保つために必要である。分極の変化、すなわち過分極および減極は、IPLの亜層BおよびA領域での効果と同じ効果を網膜下空間の中で残存光受容細胞に及ぼすものではない。網膜下空間では、過分極刺激は、残存光受容細胞に光の感覚を生成し、減極刺激は、残存光受容細胞に閾の感覚を生成する。

第13-14図は、本発明の第五の実施形態を示すが、これは、便宜上「MMRI-IPV」と呼ばれ、微細な大きさを有し、(200)で示される。MMRI-IPV(200)は、物理的に独立したユニットで、第14図に示すような層状微細構造を有する。この実施形態では、MMRI-IPV(200)は、角および縁が丸められた偏平な立方体の形状を示し、電氣的に負の高い突起電極(「HPE」)(202)および電氣的に正の低い突起電極(LPE「」)(204)を有する。MMRI-IPV(200)は、その二つの感光側すなわちP側(205a)およびN側(205b)のどちらかが可視光(206)によって刺激されるかに応じて、内網膜を刺激するときにP i NまたはN i P素子として機能する。MMRI-IPV(200)は、上端から下端に向けて以下の層を含む。すなわち、好ましくは金でつくられる負のHPE電極(202)、HPE電極(202)の先端を除いてN側(205b)を覆うSiO<sub>2</sub>の絶縁層(208)、可視光(400nm-740nm)のみを通す多層誘電フィルター

(210)、N+層(212)、負のHPE(202)とN+層(212)の間に電氣的接触を確立するための金、アルミニウム、チタン、およびクロムのいずれかまたはその化合物からつくられるコンタクトパッド(214)、N-型シリコン基板層(216)、N-型シリコン基板層(216)と次のP+層(220)との間に自然に形成される固有層(218)、可視光(400nm-740nm)のみを通す多層誘電フィルター(222)、P+層(220)と電氣的に正の低い突起電極(LPE)(204)の電氣的接触を確立するための金、アルミニウム、チタン、およびクロムのいずれかまたはその化合物からつくられるコンタクトパッド(224)である。SiO<sub>2</sub>の絶縁層(226)は、LPE電極(204)の先端を除いてP側(205a)を覆う。

第15-16図は、本発明の第六の実施形態を示すが、これは、便宜上「MMRI-IPIR」と呼ばれ、微細な大きさを有し、(300)で示される。図示のように、MMRI-IPIR(300)は、物理的に独立したユニットで、第16図に示すような層状微細構造を有する。この実施形態では、MMRI-IPIR(300)は、角および縁が丸められた偏平な立方体の形状を示し、電氣的に正の高い突起電極(「HPE」)(302)および電氣的に負の低い突起電極(LPE)(304)を有する。MMRI-IPIR(300)は、その二つの感光側すなわちN側(305a)およびP側(305b)のどちらが赤外光(306)によって刺激されるかに応じて、内網膜を刺激するときにPINまたはNiP素子として機能する。MMRI-IPIR(300)は、上端から下端に向けて以下の層を含む。すなわち、好ましくは金でつくられる正のHPE電極(302)、HPE電極(302)の先端を除いてP側(305b)を覆うSiO<sub>2</sub>の絶縁層(308)、IR光(740nm-900nm)のみを通す多層誘電フィルター(310)、P+層(312)、正のHPE(302)とP+層(312)の間に電氣的接触を確立するための金、アルミニウム、チタン、およびクロムのいずれかまたはその化合物からつくられるコンタクトパッド(314)、P+層(320)と次のN-型シリコン基板層(316)との間に自然に形成される固有層(318)、N+層(320)、IR光(740nm-900nm)のみを通す多層誘電フィルター(322)、N+層(320)と電

氣的に負の低い突起電極 (LPE) (304) の電氣的接觸を確立するための金、アルミニウム、チタン、およびクロムのいずれかまたはその化合物からつくられるコンタクトパッド (324) である。SiO<sub>2</sub> の絶縁層 (326) は、LPE電極 (304) の先端を除いてN側 (305a) を覆う。

第17-18図は、本発明の第七の実施形態を示すが、これは、便宜上「MMRI-IPVIR A」と呼ばれ、微細な大きさを有し、400で示される。これは、チャンネル・ブロックの層 (350) で分離された一つのMMRI-IPV (200) と一つのMMRI-IPIR (300) で構成される。図の左側にはMMRI-IPV構成要素 (200) の層状微細構造が示されており、まずこれを説明する。MMRI-IPV (200) は、角および縁が丸められた偏平な立方体の半分の形状を示し、電氣的に負の高い突起電極 (「HPE」) (202) および電氣的に正の低い突起電極 (LPE) (204) を有する。MMRI-IPV (200) は、上端から下端に向けて以下の層を含む。すなわち、好ましくは金でつくられる負のHPE電極 (202)、HPE電極 (202) の先端を除いてN側 (205b) を覆うSiO<sub>2</sub> の絶縁層 (208)、可視光 (400nm-740nm) のみを通す多層誘電フィルター (210)、N+層 (212)、負のHPE (202) とN+層 (212) の間に電氣的接觸を確立するための金、アルミニウム、チタン、およびクロムのいずれかまたはその化合物からつくられるコンタクトパッド (214)、N-型シリコン基板層 (216)、N-型シリコン基板層 (216) と次のP+層 (220) との間に自然に形成される固有層 (218)、可視光 (400nm-740nm) のみを通す多層誘電フィルター (222)、P+層 (220) と電氣的に正の低い突起電極 (LPE) (204) の電氣的接觸を確立するための金、アルミニウム、チタン、およびクロムのいずれかまたはその化合物からつくられるコンタクトパッド (224) である。SiO<sub>2</sub> の絶縁層 (226) は、LPE電極 (204) の先端を除いてP側 (205a) を覆う。図の右側にはMMRI-IPVIR-A (400) のMMRI-IPIR構成要素 (300) の層状微細構造が示されており、次にこれを説明する。MMRI-IPIR (300) は、角および縁が丸められた偏平な立方体の半分の形状を示し、電氣的に正の高い突起電極 (「HPE」) (302)



および電氣的に負の低い突起電極（LPE」）（304）を有する。MMRI-IPIR（300）は、上端から下端に向けて以下の層を含む。すなわち、好ましくは金でつくられる正のHPE電極（302）、HPE電極（302）の先端を除いてP側（305b）を覆うSiO<sub>2</sub>の絶縁層（308）、IR光（740nm-900nm）のみを通す多層誘電フィルター（310）、P+層（312）、正のHPE（302）とP+層（312）の間に電氣的接触を確立するための金、アルミニウム、チタン、およびクロムのいずれかまたはその化合物からつくられるコンタクトパッド（314）、P+層（320）と次のN-型シリコン基板層（316）との間に自然に形成される固有層（318）、N+層（320）、IR光（740nm-900nm）のみを通す多層誘電フィルター（322）、N+層（320）と電氣的に負の低い突起電極（LPE）（304）の電氣的接触を確立するための金、アルミニウム、チタン、およびクロムのいずれかまたはその化合物からつくられるコンタクトパッド（324）である。SiO<sub>2</sub>の絶縁層（326）は、LPE電極（304）の先端を除いてN側（305a）を覆う。

第19-20図は、本発明の第八の実施形態を示すが、これは、便宜上「MMRI-IPVIR Bと呼ばれ、微細な大きさを有し、400で示される。これは、チャンネル・ブロックの層（350）で分離された一つのMMRI-IPV（200）と一つのMMRI-IPIR（300）で構成される。図の左側にはMMRI-IPV構成要素（200）の層状微細構造が示されており、まずこれを説明する。MMRI-IPV（200）は、角および縁が丸められた偏平な立方体の半分の形状を示し、電氣的に負の高い突起電極（「HPE」）（202）および電氣的に正の低い突起電極（LPE」）（204）を有する。MMRI-IPV（200）は、上端から下端に向けて以下の層を含む。すなわち、好ましくは金でつくられる負のHPE電極（202）、HPE電極（202）の先端を除いてN側（205b）を覆うSiO<sub>2</sub>の絶縁層（208）、可視光（400nm-740nm）のみを通す多層誘電フィルター（210）、N+層（212）、負のHPE（202）とN+層（212）の間に電氣的接触を確立するための金

、アルミニウム、チタン、およびクロムのいずれかまたはその化合物からつくられるコンタクトパッド(214)、N-型シリコン基板層(216)、

N-型シリコン基板層(216)と次のP+層(220)との間に自然に形成される固有層(218)、可視光(400nm-740nm)のみを通す多層誘電フィルター(222)、P+層(220)と電氣的に正の低い突起電極(LPE)(204)の電氣的接触を確立するための金、アルミニウム、チタン、およびクロムのいずれかまたはその化合物からつくられるコンタクトパッド(224)である。SiO<sub>2</sub>の絶縁層(226)は、LPE電極(204)の先端を除いてP側(205a)を覆う。図の右側にはMMRI-IPVIR-B(500)のMMRI-IPIR構成要素(300)の層状微細構造が示されており、次にこれを説明する。MMRI-IPIR(300)は、角および縁が丸められた扁平な立方体の半分の形状を示し、電氣的に正の高い突起電極(「HPE」)(302)および電氣的に負の低い突起電極(LPE)(304)を有する。MMRI-IPIR(300)は、上端から下端に向けて以下の層を含む。すなわち、好ましくは金でつくられる正のHPE電極(302)、HPE電極(302)の先端を除いてP側(305b)を覆うSiO<sub>2</sub>の絶縁層(308)、IR光(740nm-900nm)のみを通す多層誘電フィルター(310)、P+層(312)、正のHPE(302)とP+層(312)の間に電氣的接触を確立するための金、アルミニウム、チタン、およびクロムのいずれかまたはその化合物からつくられるコンタクトパッド(314)、P+層(320)と次のN-型シリコン基板層(316)との間に自然に形成される固有層(318)、N+層(320)、IR光(740nm-900nm)のみを通す多層誘電フィルター(322)、N+層(320)と電氣的に負の低い突起電極(LPE)(304)の電氣的接触を確立するための金、アルミニウム、チタン、およびクロムのいずれかまたはその化合物からつくられるコンタクトパッド(324)である。SiO<sub>2</sub>の絶縁層(326)は、LPE電極(304)の先端を除いてN側(305a)を覆う。

第21図は、網膜下空間(82)内の好ましい単層位置に移植されたMMRI-IPVIR-As(400)を示す。マイクロフォトダイオードの可視光感知

部分から出た減極性の高い突起電極（HPEs）（202）は、内つる状層（IPL）（56）の亜層B（56b）の中の光チャンネルを刺激する。（閾検出用の）マイクロフォトダイオードのIR光感知部分から出た過分極性のHPEs

（302）は、IPL（56）の亜層B（56b）の中の光チャンネルを抑止する。（閾検出用の）マイクロフォトダイオードのIR光感知部分から出た減極性のLPEs（304）は、IPL（56）の亜層A（56a）の中の閾チャンネルを刺激する。マイクロフォトダイオードの可視光感知部分から出た過分極のLPEs（204）は、IPL（56）の亜層A（56a）の中の閾チャンネルを抑止する。部分的に変性した網膜を図式的に示す図には、後極における目の内側から目の外側までの目の諸層のそれぞれの位置が示されている。すなわち、内部境界膜（50）、神経繊維層（52）、神経節細胞層（54）、亜層b（56b）および亜層a（56a）からなる内つる状層（56）、および部分的に変性した内核層（58a）である。MMRI-IPVIR-A（400）は、部分的に変性した内網膜層（66a）と網膜色素上皮（68）およびブルック膜（70）の間に配置される。なを、これらの層が合わされて外網膜層（72）を構成する。外網膜層（72）の外部には、脈絡膜毛細血管板（74）、脈絡膜（76）、強膜（80）がある。あるいは、MMRI-IPVIR-A（400）の代わりに第13-16図に示す構成要素MMRI-IPVsおよびMMRI-IPIRsあるいは第19-20図のMMRI-IPVIR-Bsを網膜下空間（82）の中に移植することもできる。

第22図は、網膜の内部境界膜表面（50）上に配置された本発明の第九の実施形態のMMRI-IPVIR-ARs（8c）を示す。この実施形態にあつては、MMRI-IPVIR-ARs（8c）は、各MMRI-IPVIR-ARs（8c）の光活性のある表面および突出電極をともに露出させることができる可撓性で生体両立性のシート（44）の中に埋め込まれる。IR感知性（閾検出用の）マイクロフォトダイオードの反対側にある減極性の高い突起電極（HPEs）（302a）は、内つる状層（IPL）（56）の亜層A（56a）内の閾チャンネルの中に入り込んで閾の感覚を刺激する。マイクロフォトダイオードの可視

光感知部分の反対側にある過分極性のHPES (202a)は、IPL (56)の亜層A (56a)の中に入り込んで閾チャンネルを抑止する。マイクロフォトダイオードの可視光感知部分の反対側にある減極性の低い突起電極(LPEs) (204a)は、IPL (56)の亜層B (56b)の中に入り込んで光チャンネル

ネルを刺激する。マイクロフォトダイオードのIR光感知部分の反対側にある過分極性のLPEs (304a)は、IPL (56)の亜層B (56b)の中に入り込んで光チャンネルを抑止する。部分的に変性した網膜を図式的に示す図には、後極における目の内側から目の外側までの目の諸層のそれぞれの位置が示されている。すなわち、内部境界膜(50)、神経繊維層(52)、神経節細胞層(54)、亜層b (56b)および亜層a (56a)からなる内つる状層(56)、および部分的に変性した内核層(58a)である。これらの層がすべて合わされて部分的に変性した内網膜層(66a)を構成する。網膜色素上皮(68)およびブルック膜(70)が合わされて外網膜層(72)を構成する。外網膜層(72)の外部には、脈絡膜毛細血管板(74)、脈絡膜(76)、強膜(80)がある。サブセットの実施形態にあつては、MMRI-IPVIR-ARs (8c)を構成要素である対向極性のMMRI-IPVsおよび構成要素である対向極性のMMRI-IPIRsとして作成し、各対向極性のMMRI-IPVおよび対向極性のMMRI-IPIRの光活性のある表面および突出電極をともに露出させることができる可撓性で生体両立性のシート(44)の中に埋め込むこともできる。

第23図は、対応する像形成網膜刺激システム(AIRES)の概略線図であり、その構成要素のサブシステムである投射および追跡光学システム(PTOS)ヘッドセット(94)、神経網コンピュータ(NNC)(96)、像形成CCDカメラ(IMCCD)(100)および入力スタイラス・パッド(ISP)を示している。PTOS(94)の内部には、瞳孔反応追跡CCD(PRTCCD)(98)およびIR光/可視光CRT表示装置(IRVCRT)(92)がある。目(90)の網膜下空間の中にはMMRI-4s(8)が示されている。機能中は、PTOS(94)内部のIRVCRT(92)からくるIRおよび可視光

像が目(90)の上に光学的に投射される。像の強度、波長の持続時間、および脈動は、NNC(96)によって制御され、インターフェースされたISP(102)を介して患者の入力によって変調される。PTOSヘッドセット(94)の上または中に取り付けられるIMCCD(100)は、像入力をNNC(96)へ供給し、NNCは、IRVCRT(92)の可視およびIR像出力を

プログラムする。PTOSヘッドセット(94)の中にはPRTCCD(98)が一体に組み込まれており、瞳孔ブルキンエ反応の位置の変化によって目の動きを追跡する。PRTCCD(98)は、NNC(96)へ出力を行ない、NNCは、サーボ・モーター制御によってIMCCD(100)をターゲットに向けて目の動きを追尾する。PTOS(94)は、また、MMRI-4s(8)上で広がったIR照明のみを周囲の可視光像(104)と相互作用させるようにプログラムすることもできる。

AIRESシステムの詳細な動作を以下に説明する。多数の移植したMMRI-4s(8)をもつ患者は、MMRI-4サブユニット(10a)のPIN構成によって生じる局所的な網膜の過分極によって得られる画素で構成される像を見る。これらの電氣的に誘起された像は、入ってきてPTOS(94)の外部の部分的反射性で部分的透過性のミラー(106)を通る周囲の像(104)からの光によって生じるものである。闇のディテールの像は、IRVRT(92)によって供給されるIR照明および／または像の刺激を受けるMMRI-4サブユニット(10b)のNiP構成によって生じる減極性電流で誘起される。IRVCRT(92)は、NNC(96)によって、広がるIR照明および／またはIR像を供給して入ってくる光から得られる可視光像(104)の上にスーパーインポーズするようにプログラムされる。NNC(96)のための像情報は、インターフェースされたIMCCD(100)から得られる。IRVCRT(92)からの広がるIR照明は、MMRI-4のNiPサブユニット(10b)から常時減極する「バイアス電流」を誘起する。この「バイアス電流」が、PINサブユニット(10a)に対する光の刺激がないときに闇の感覚を生成する。ただし、PINサブユニット(10a)を刺激する光が存在する場合には、その結果得られる

過分極性電流がIRによって誘起されるNiPの減極性バイアス電流を相殺する。その結果、患者は、光の感覚を知覚する。IR NiP構成(10b)の限られた帯域感知性(740nm-900nm)のために、環境のIR「ノイズ」は、最小限に抑えられる。NiPの減極バイアス電流の量は、最初、患者によってISP(102)を用いて調節され、この情報がNNC(96)の中に入力される。次に、この情報が、インターフェースされたIMCCD(100)からくる

像の処理された情報と相関づけられる。これによって、環境の照明条件と像にもとづく適当なNiP「バイアス電流」の量が、NNC(96)によって「学習」される。NNC(96)は、追加の学習によって、患者が入力する必要なしに、より正確な患者に知覚される像を生成するために必要なNiP「バイアス電流」の量を予想することができるようになる。

全可視光像は、IRVCRT(92)によって、同時にまたはIR像パルスと高速交番で投射して、MMRI-4(B)の機能全体を制御することもできる。そのような状況のときには、PTOS(94)の一部を反射し一部を透過するミラー(106)は、まわりの光像(104)がMMRI-4s(8)を刺激するのを防ぐために、完全な反射鏡と置換される。IRおよび可視光像のパルスの持続時間および周波数をプログラムすることによって、ベンハムの独楽の効果に似た色の感覚を誘起することもできる。この現象は、正常な視覚の人に白黒テレビでカラー画像の知覚を生成するために用いられている。

第24図のAないしDは、AIRESシステムのPTOS構成要素の眼鏡に似た形状(94)を示す。第24D図からわかるように、光学系の概要は、第23図に示したPTOS構成要素(94)の一般的な概要と若干異なるが、素子の両バージョンの精神および機能は同じである。第24Aは、PTOS(94)の平面図である。図には、ヘッドパッド(108)、テンプルピース(110)、および周囲光強度センサー(112)が示されている。第24B図は、PTOS(94)の正面図である。図には、外部の支えのノーズピース(114)、周囲光強度センサー(112)、および第12図に概要を示したIMCCD(100)が示されている。第24C図は、PTOS(94)の内部を側面図である。図には

、内部の赤外および可視光の発光が可能なLED光源(92)が示されている。これは、第23図のIRVCRT(92)を置換したものである。また、部分的に反射し部分的に透過するミラー(106)、支えのノーズピース(114)、および第23図のNNC(96)への電源および信号ワイヤケーブル(116)も示されている。図は、また、目(90)の網膜下空間の中に配置されて周囲の焦点を合わせた像(104)をもつMMRI-4s(8)を示している。さらに、内部の赤外および可視光の発光が可能なLED光源(92)、PRTCCD

(98)、および部分的に反射し部分的に透過するミラー(106)も示されている。

第25図は、AIRESシステムの構成要素を示す線図で、このシステムは、PTOS(94)、患者の身体に固定することのできるポータブルなNNC(96)、およびISP(102)入力素子で構成される。

第26図は、本発明の移植片の第九の実施形態を含んだ大きなウエハーの(詳細な分解差し込み図を含む)平面図である。この第九の実施形態は、マイクロフォトダイオード(以後、「MMRI-OPSSITER-D」と呼ぶ)をベースにしたものである。各MMRI-OPSSITER-Dマイクロフォトダイオード(401a)は、第26図の分解差し込み図に示すように二つのマイクロフォトダイオード・サブユニット(402)および(404)を有する。

以下に説明するように、大型のウエハー(405)は、切断して、より小さいウエハー型の移植片(例、数千から数万個の約、25ないし15mmのウエハー)すなわちMMRI-OPSSITER-Dマイクロフォトダイオード・ユニット(401a)にすることができる。あるいは、大型のウエハー(405)をダイス状に切断して、さらに小さい個別型の移植片(例、1ないし10000個のMMRI-OPSSITER-Dマイクロフォトダイオード・ユニット(401a)を含む1ミクロンから、25mmの間の移植片)とすることもできる。ウエハー型の移植片あるいは個別型の移植片のいずれがつけられるにせよ、MMRI-OPSSITER-Dマイクロフォトダイオード(401a)の製造工程の多くと基本構造は同じである。

第27A-E図は、第26図のMMRI-OPSSITER-D(401a)のXXVII-XXVII線に添って切った断面斜視図で、MMRI-OPSSITER-D(401a)の製造工程および構造を示す。最初の製造工程(第27A図)では、フォトマスク、イオン打ち込み、および熱ドライブイン法を用いて、始動用Nバルク薄型ウェハー(第26図の405)の両側に、MMRI-OPSSITER(401)のマイクロフォトダイオード・サブユニット(402)および(404)が形成される。第27A図では、上端から下端へ向けて、マイクロフォトダイオード・サブユニット(402)は、P+層(406)、

固有層(408)、Nバルク層(409)、およびN+層(410)を有する。マイクロフォトダイオード・サブユニット(404)は、N+層(410a)、Nバルク層(409a)、固有層(408a)、およびP+層(406a)を有する。二つのマイクロフォトダイオード・サブユニット(402および404)を取り囲むP+チャンネル・ブロック(412)は、これらのサブユニット(402および404)を互いに、またそれらを基板上の他のMMRI-OPSSITERsから電氣的に分離する。

第27図は、P+およびN+面(406、406a、410、および410a)の上に蒸着させて熱ドライブインさせたアルミニウムのコンタクトパッド(418a-d)を示す。シリコンダイオードの絶縁ストリップ(414aおよび414b)は、MMRI-OPSSITER(401)の各側のP+面とN+面(406、406a、410、および410a)の間でこれらのコンタクトパッド(418a-d)をブリッジしている。

第27C図は、シリコンダイオード絶縁ストリップ(414および414a)の上にアルミニウム導線(415および415a)を蒸着させ、導線(415)をアルミニウムのコンタクトパッド(418aおよび418b)と接触させ、また導線(415a)をアルミニウムのコンタクトパッド(418cおよび418d)と接触させる工程を示す。

第27Dは、P+面(406および406a)の上に赤外を通す誘電フィルター(422および422a)を、またN+面(410および410a)の上に可



視光を通す誘電フィルター（424および424a）を蒸着させる工程を示す。誘電フィルター（422および424）の製造の間必要なバリヤー・アルミニウム層（417）も導線（415）の上に蒸着させる。同様に、誘電フィルター（422aおよび424a）の製造の間必要なバリヤー・アルミニウム層（417a）も導線（415a）の上に蒸着させる。

第27E図は、バリヤー・アルミニウム（417）の上の最終のブリッジ電極（420）の蒸着およびバリヤー・アルミニウム（417a）の上の最終のブリッジ電極（420a）の蒸着の工程を示す。最終のブリッジ電極（420および420a）は、イリジウム、白金、金、アルミニウム、ルテニウム、ロジウム、

パラジウム、タンタル、チタン、クロム、モリブデン、コバルト、ニッケル、鉄、導、銀、ジルコニウム、タングステン、ポリシリコン、またはこれらの酸化物等の化合物等の任意の生体両立性電極材料または生体両立性電極材料の組み合わせからつくられる。電極（420および420a）には、酸化イリジウムが好ましい材料である。第27A-C図の誘電フィルターを備えたMMRI-OPSSISITER素子（401）は、第27DおよびE図ではMMRI-OPSSISITER-D素子（401a）として示されている。

第27E図に示すように、誘電光フィルター層（422、422a、および424、424a）は、特定の異なる光の帯域のみを通す。第27E図に示す実施形態にあっては、P+層（406および406a）の上の誘電フィルター層（422および422a）は、IR光のみを通し、N+層（410および410a）の上の誘電フィルター（424および424a）は、可視光のみを通す。他の実施形態にあっては、二種類の層を逆にして、可視光フィルターをP+層の上に配置し、IR光フィルターをN+層の上に配置する場合もある。さらに他の実施形態にあっては、フィルター（422、422a）およびフィルター（424、424a）は、可視光および赤外光の異なる部分を通すものもある（例、フィルター422および422aは、緑の光のみを通し、フィルター424および424aは、赤の光のみを通す）。

MMRI-OPSSISITER-D素子（401a）は、網膜下空間（82）

から視覚を刺激するように機能する（第11図参照）。上に述べたように、移植片（401a）をダイス状に切断して、第27a図に示すように個別の物理的素子にすることができる。このような状況の場合には、MMRI-OPSISITER-D素子（401a）は、液体の基剤を用いて注射するかまたは溶解性のシートの中に埋め込んで網膜下空間（第11図に82で示す）内に配置する（いずれもすでに説明した）。

上に述べたように、第26図の大型のウェハー（405）は、切断して、幅が2.5mmないし15mm、好ましくは、2.5mmないし2mmの小さいウェハー型移植片（405a）（第28図参照）にすることができる。好ましくは、移植片（405a）の縁は、第28図に示すように丸めて斜にし、上の神経繊維層

が移植片の縁近くで鋭く曲げられて神経の伝達機能が低下する可能性を少なくする。

このようにすれば、一以上のウェハー型移植片（405a）を内網膜（66）と外網膜（78）の間の網膜下空間（82）内に移植することができる。

各MMRI-OPSISITER-Dユニット（401a）（例、第27図に示すもの）の動作を理解するためには、目の中の正常な損傷のない光受容細胞の機能および光と闇の像がどのように感知されるかを考える必要がある。正常な網膜の中では、光は、光受容細胞を内部でより多く負に負荷されるようにし、光のない状態あるいは闇の像は、光受容細胞をより少なく負に負荷されるようにする。内部の負の負荷が大きいと、光受容細胞が、光を感知したと合図をしている関連したある型の二極細胞へ信号を送る。内部の負の負荷が小さいと、光受容細胞が、闇（あるいは闇の像）を感知したと合図をしている関連した他の型の二極細胞へ信号を送る。これら異なる型の二極細胞は、それぞれのアマクリン細胞および神経節細胞と関連しており、これらの細胞が該二極細胞が生成した光と闇のアナログ刺激をデジタル信号に変換し、このデジタル信号が脳へ送られて視覚情報として処理される。

したがって、上に述べたように、MMRI-OPSISITER-D（401a）を照らす光のある機能的に優勢な帯域（例、可視光またはその一部分、例え

ば緑の光)は、一つの電極(420)からある極性の電流をまた他の電極(420a)から対向する極性の電流が生成されるようにする。一方、MMRI-OPSISITER-D(401a)を照らす光の他の機能的に優勢な帯域(例、IRまたは可視光の異なる部分、例えば、赤い光)は、電極(420および420a)から(第一の状況での可視光の刺激による電極420および420aの極性と比べて)逆の極性の電流が生成されるようにする。とくに、通常の照明条件のもとでは、異なる帯域が混ざった光が形成される。存在する優勢な帯域に応じて、P+またはN+層がより強い光を受け、その結果他方より強く刺激されることになる。したがって、一つの帯域の中で優勢なある照明条件のもとでは、例えば電極(420)からある極性の電流が生成され、他の帯域で優勢な照明条件のもとでは、電極(420)から異なる極性の電流が生成されることになる。

網膜下空間内部でMMRI-OPSISITER-D(401a)が第27E図のように配向されると、光(430)は上端からくる。電極(420)は、第11図に示すように内網膜(66)の電極を刺激する。これは、この電極が網膜のこの部分と直接接触しているためである。電極(420)に対向する極性の電流を生成する電極(420a)は、内網膜とは逆を向いており、電極(420)からの電流の戻りに役立つ。MMRI-OPSISITER-D(401a)は、対称形の素子であるから、電極(420)または電極(420a)が内網膜および入ってくる光を向くようにMMRI-OPSISITER-D(401a)が配向されれば、いずれの場合も内網膜に同じ刺激極性が生成される。

例えば黄斑変性の典型的な患者では、光受容細胞の感光部分が損傷をうけあるいは喪失し、残りの光受容細胞が後に残される。第27E図に示すMMRI-OPSISITER-D(401a)のような素子が、第11図の網膜下空間(82)の中のMMRI-4s(8)と同じ場所にその代わりに配置されて残る光受容細胞(64)と接触して、適当な帯域の光(例、可視光またはそのスペクトルの一部分、例えば上に述べたように緑の光)が入射光に面する素子のN+面を刺激すると、該素子のN+面によって生成された負の負荷が、残る光受容細胞の内部部分により大きい負の負荷を誘起し、光の感覚を生成する。この例では、この

場所でより大きい内部的負の負荷が生じると、光の感覚をあらわす信号が光の感覚の伝達の役割を果たす二極細胞へ送られる。

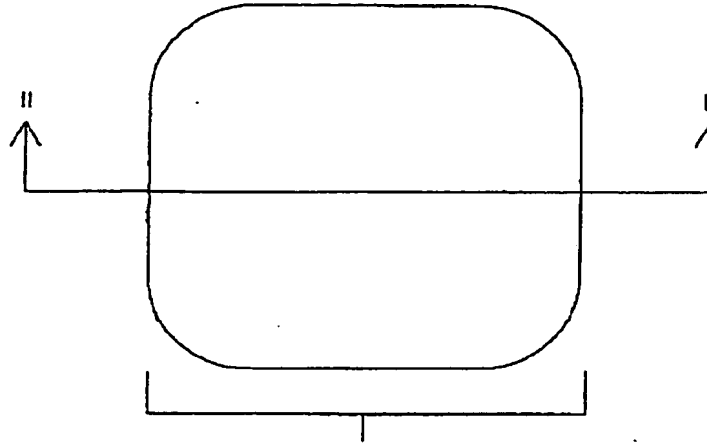
同様に、第27E図に示すMMRI-OPSSITER-D(401a)のような素子が、第11図の第11図の網膜下空間(82)の中のMMRI-4s(8)と同じ場所にその代わりに配置されて残る光受容細胞(64)と接触して、適当な帯域の光(例、IR光またはスペクトルの一部分、例えば上に述べたように赤の光)が入射光に面する素子のP+面を刺激すると、該素子のN+面によって生成された正の負荷が、残る光受容細胞の内部部分により小さい負の負荷を誘起し、闇または闇の色相の感覚を生成する。この例では、この場所でより小さい内部的負の負荷が生じると、闇または闇の色相の感覚をあらわす信号が闇または闇の色相の感覚の伝達の役割を果たす二極細胞へ送られる。

ブリッジ電極(420、420a)は、P+およびN+面が同じ電極を通じて網膜を電氣的に刺激するのを可能にする。これは、一方向のみに流れるおそれのある電流に長時間さらされることによる組織の損傷の可能性を少なくする点で重要である。ただし、ここに開示されたすべてのシステムは、きわめてわずかの電流が必要であり、その電流はまた網膜下空間内に流れ込むと考えられる。ブリッジ電極(420、420a)の配設は、単に予防手段として行なわれるものである。しかし、ブリッジ電極によって、本発明の他の実施形態よりも、MMRI-OPSSITER-D素子が網膜の小さい区域を刺激することが可能となり、したがってより高い解像力が得られる。第27E図に示すように、MMRI-OPSSITER-D素子(401a)は、通常、厚さが10ミクロン程度であるが、その厚さは、3ミクロンから1000ミクロンの間で変化させることができる。

第28図に示すように、網膜下空間(82)内に移植されるMMRI-OPSSITER-D素子(401a)を備えた小さいシリコン・ディスク(405a)は、通常、厚さが40ミクロン程度であるが、その厚さは、3ミクロンから1000ミクロンの間で変化させることができる。

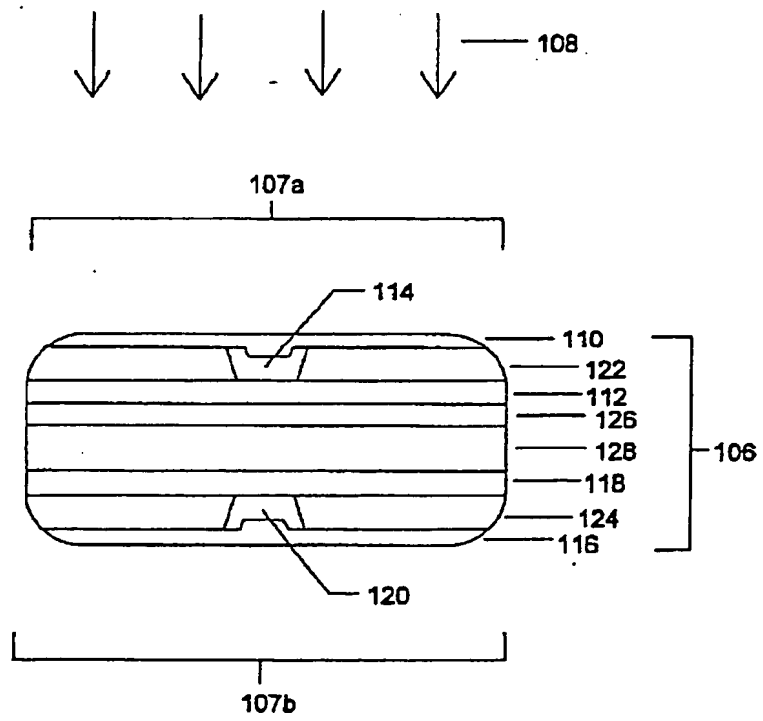
【図 1】

Fig. 1



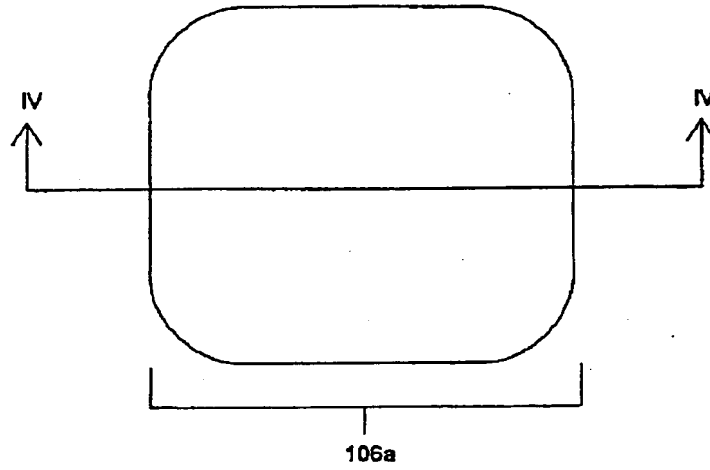
【図 2】

Fig. 2



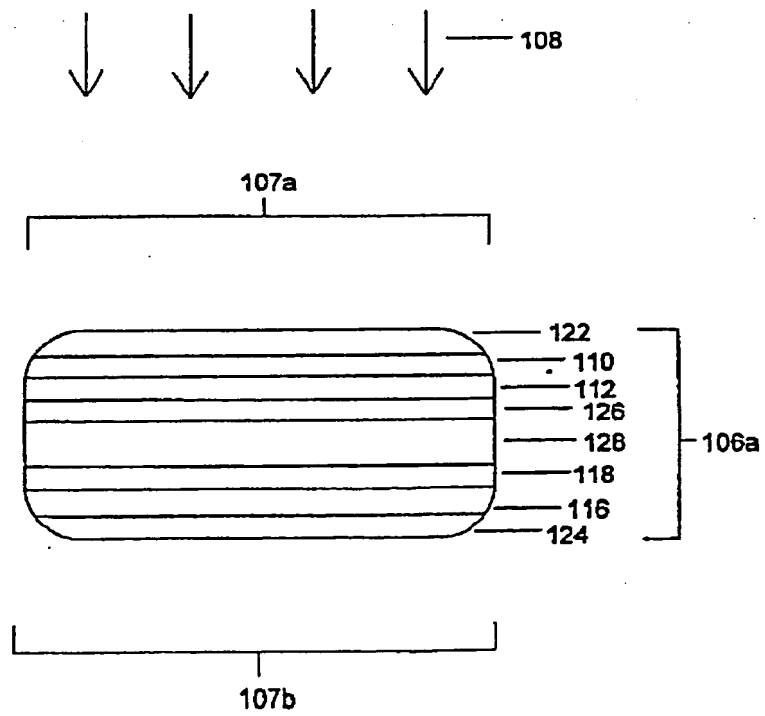
【図 3】

Fig. 3



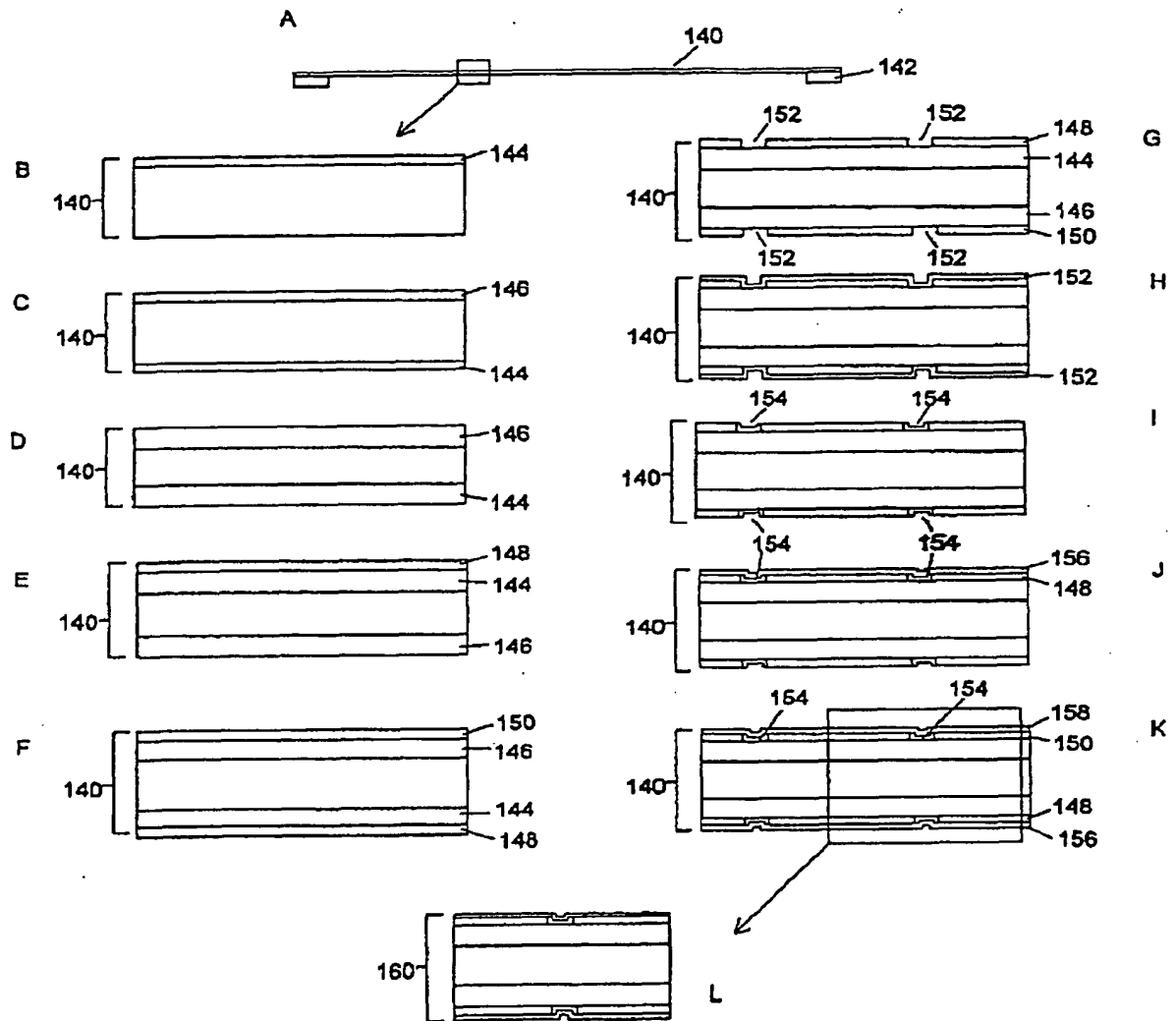
【図 4】

Fig. 4



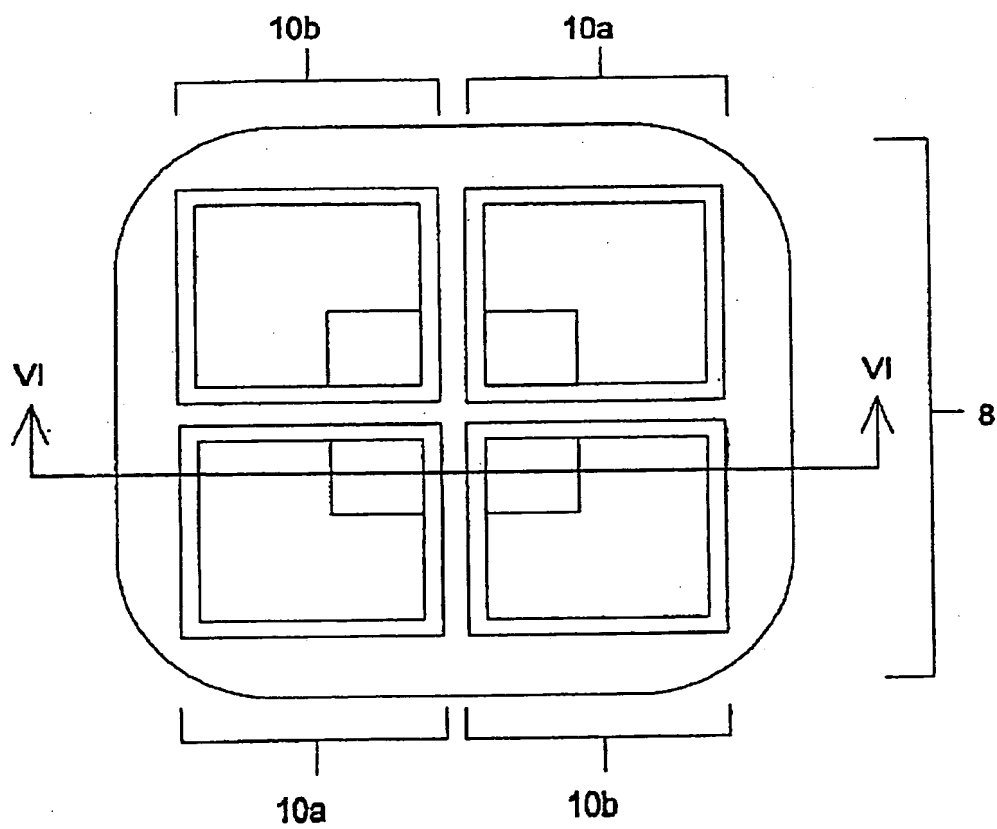
【図5】

Fig. 5



【図 6】

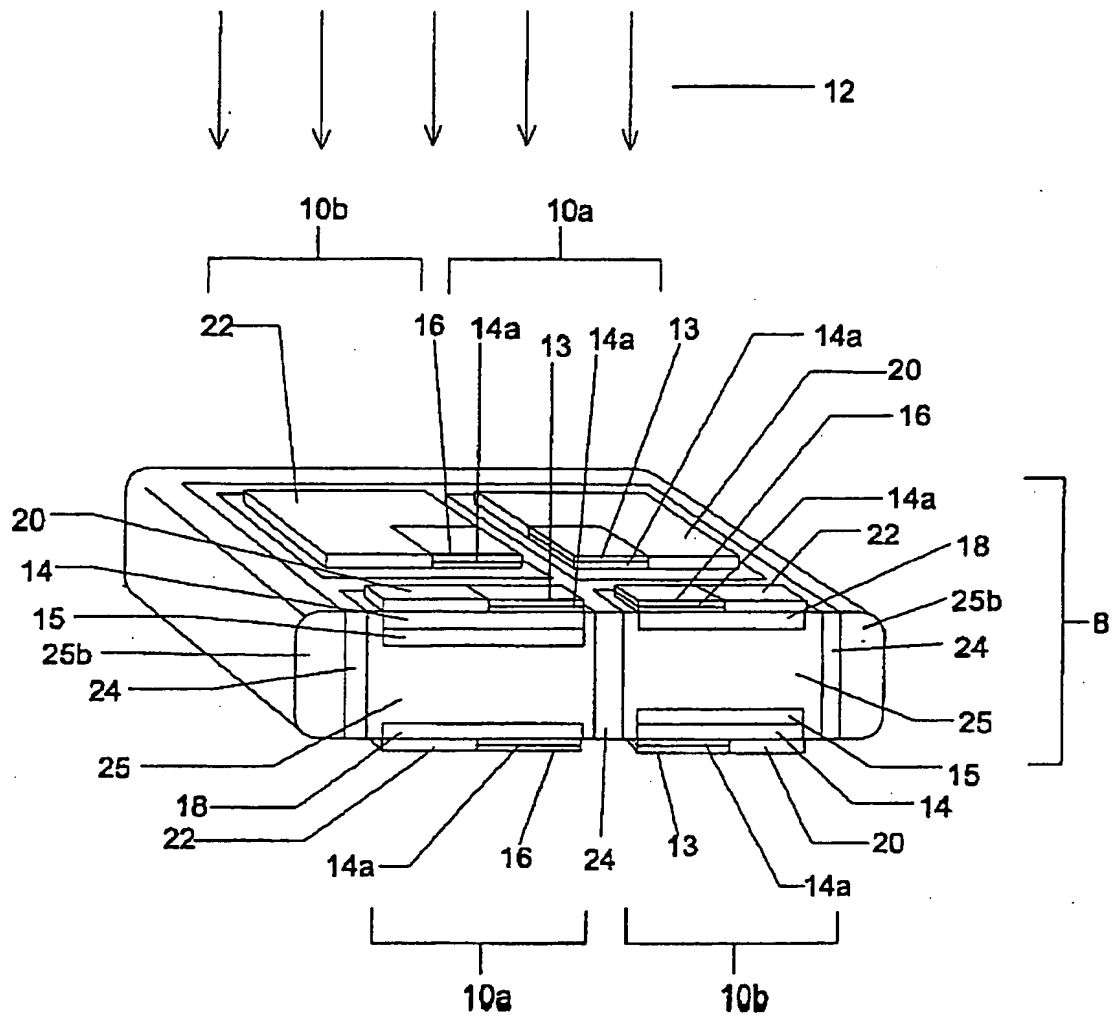
Fig. 6





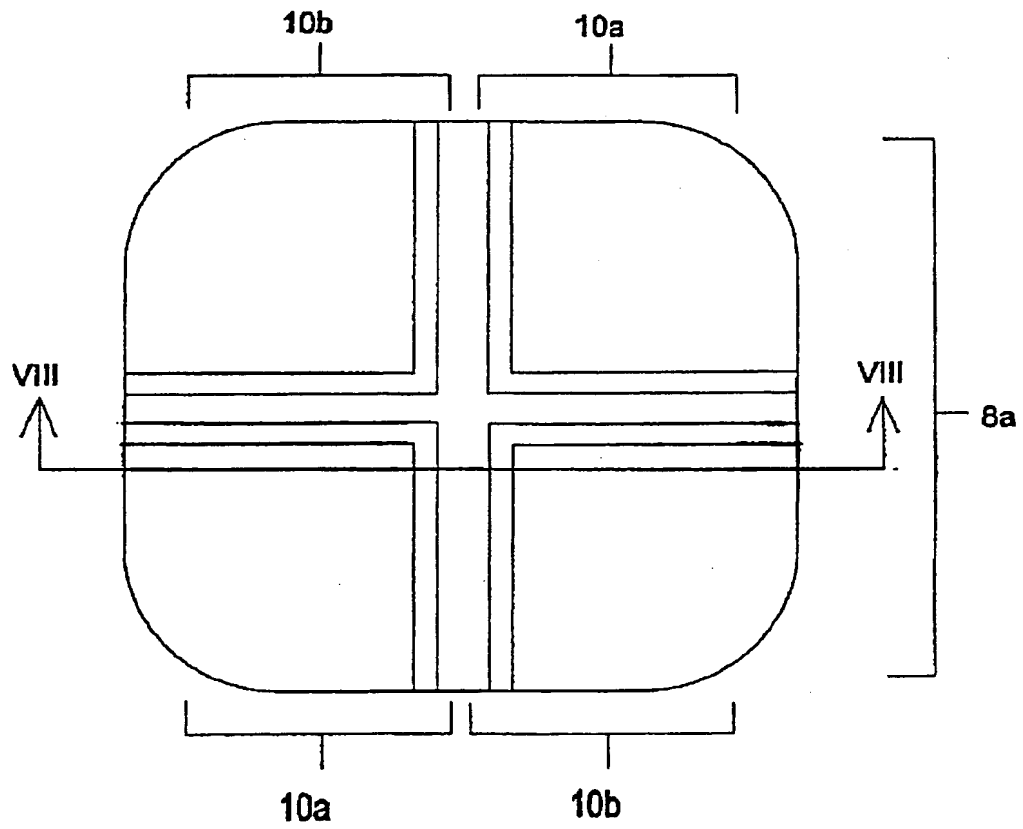
【図 7】

Fig. 7



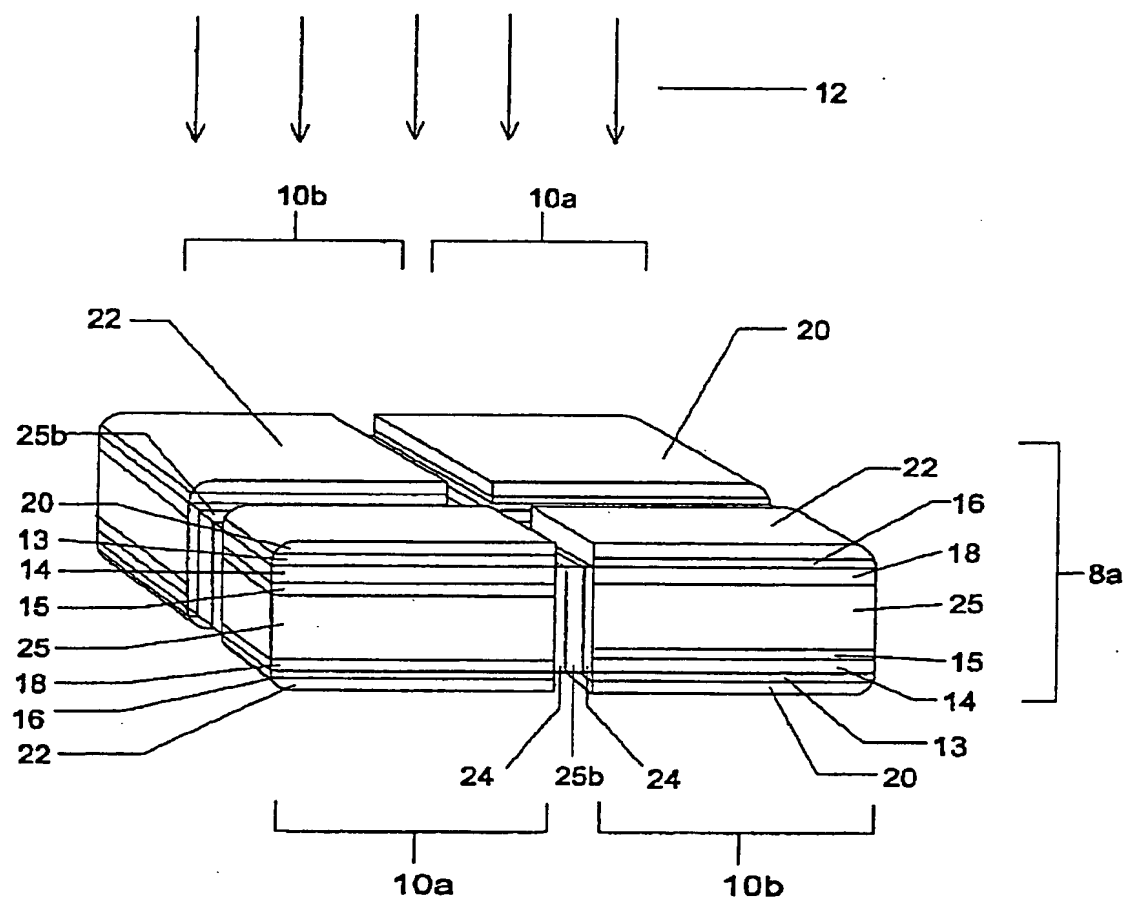
【図 8】

Fig. 8



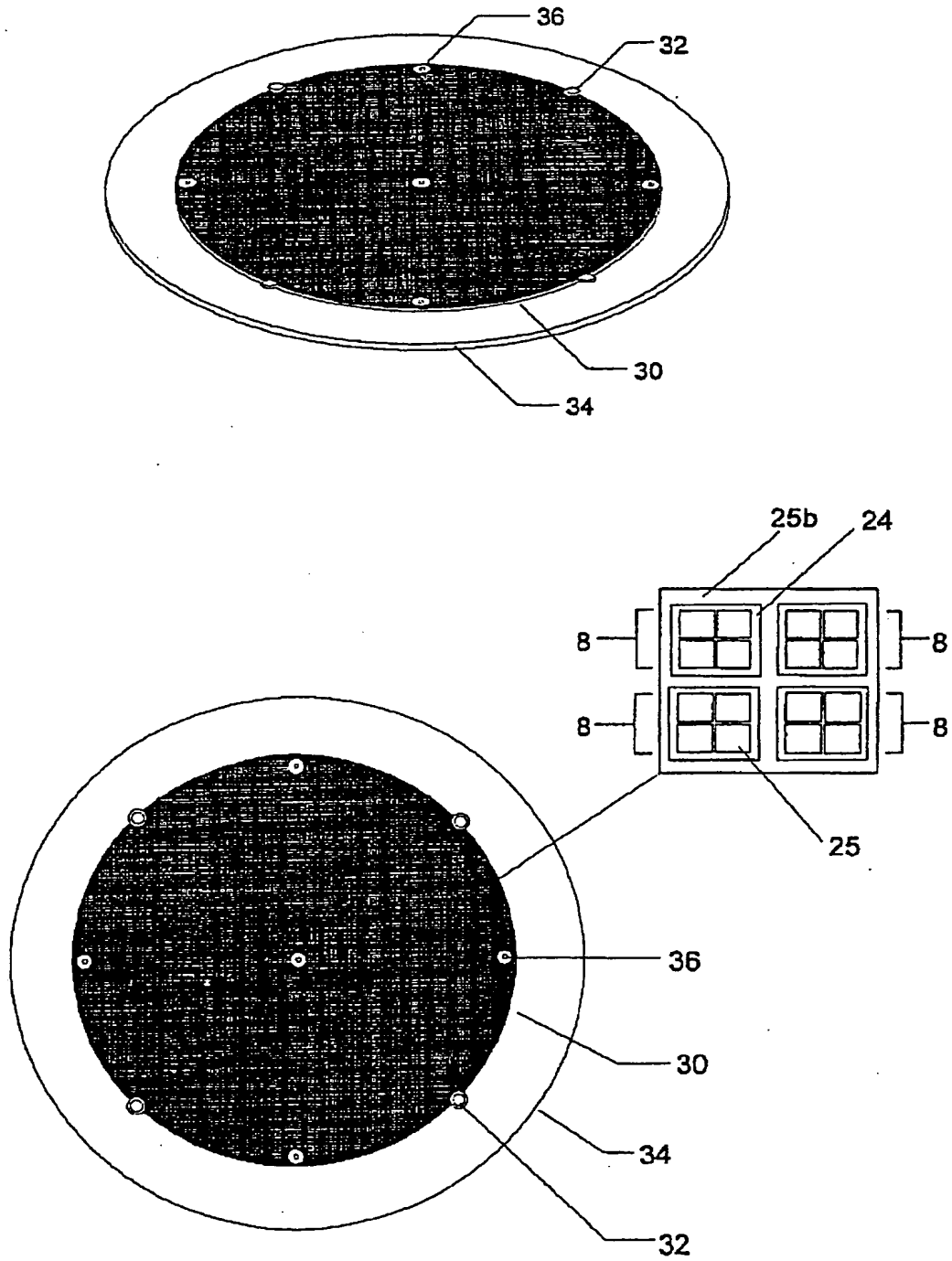
【図 9】

Fig. 9



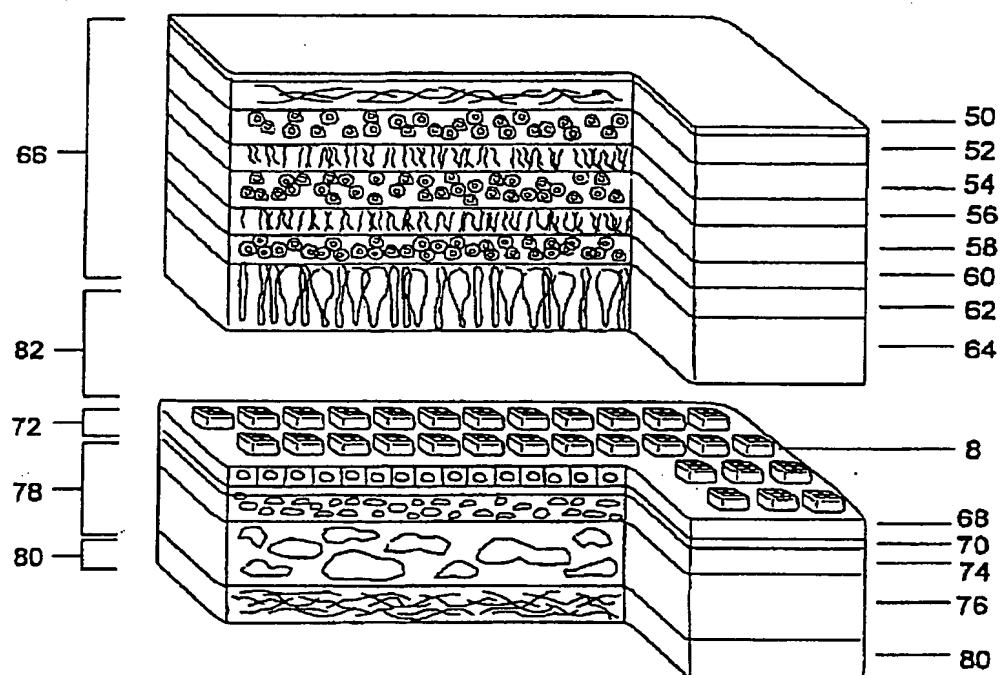
【図10】

Fig. 10



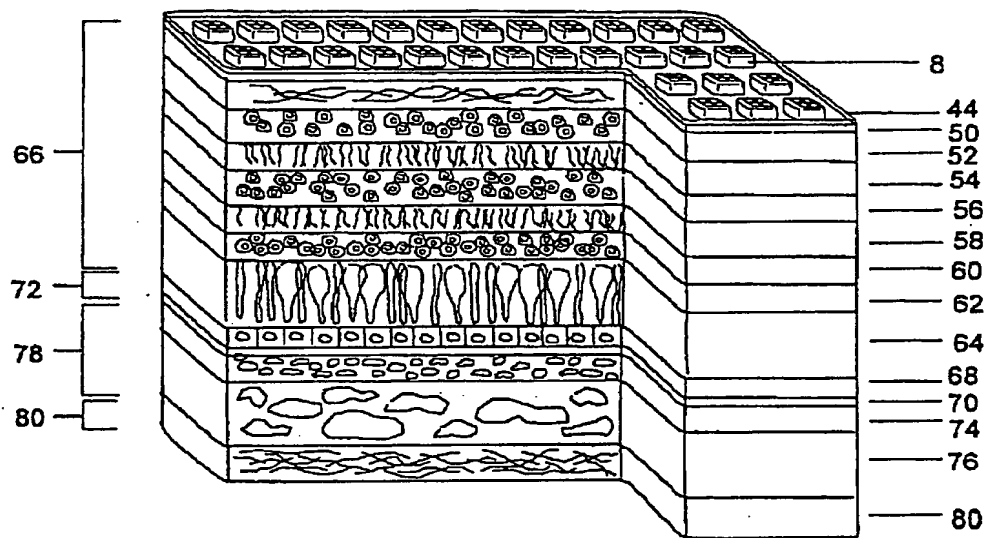
【図 11】

Fig. 11



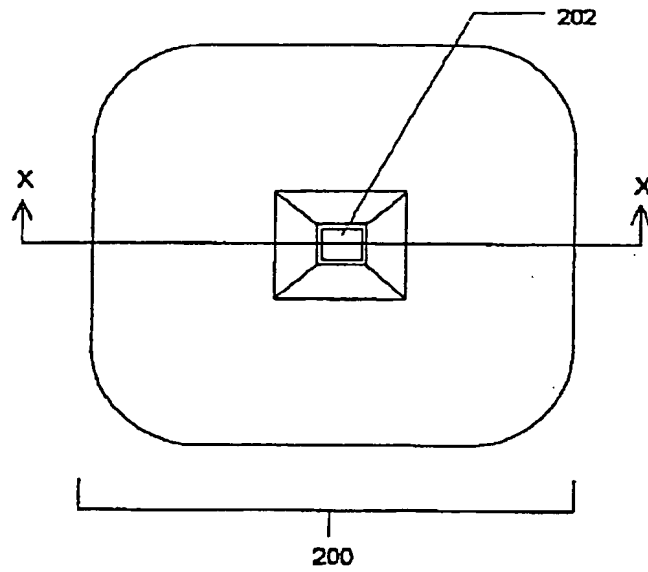
【図12】

Fig. 12



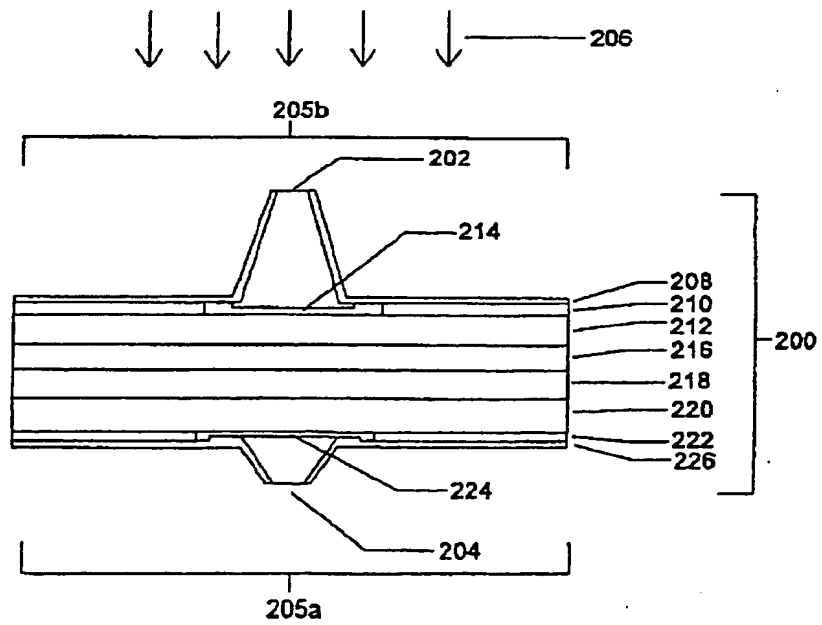
【図 1 3】

Fig. 13



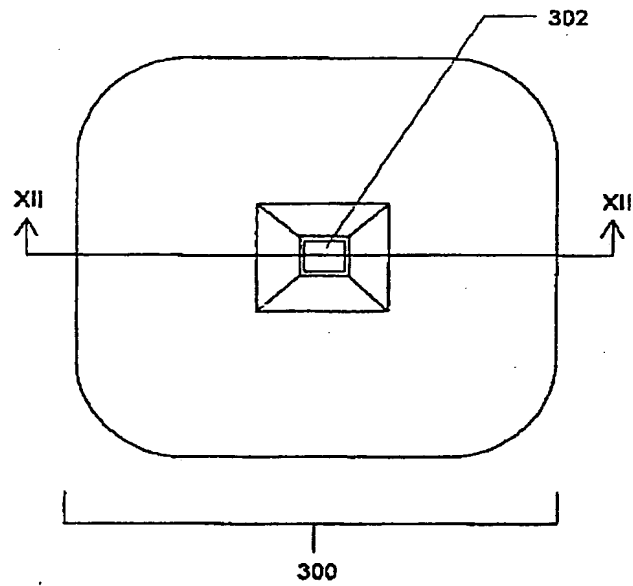
【図 1 4】

Fig. 14



【図15】

Fig. 15



【図16】

Fig. 16

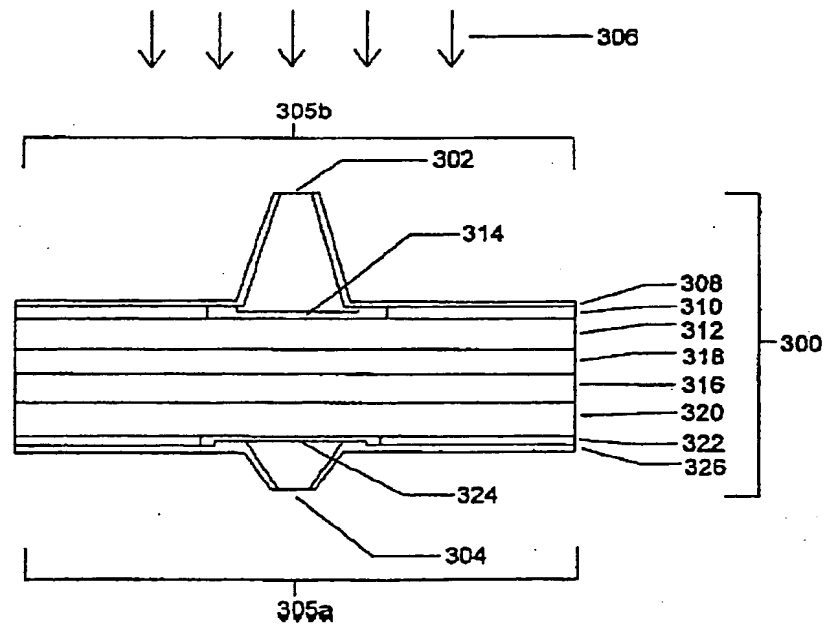
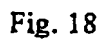


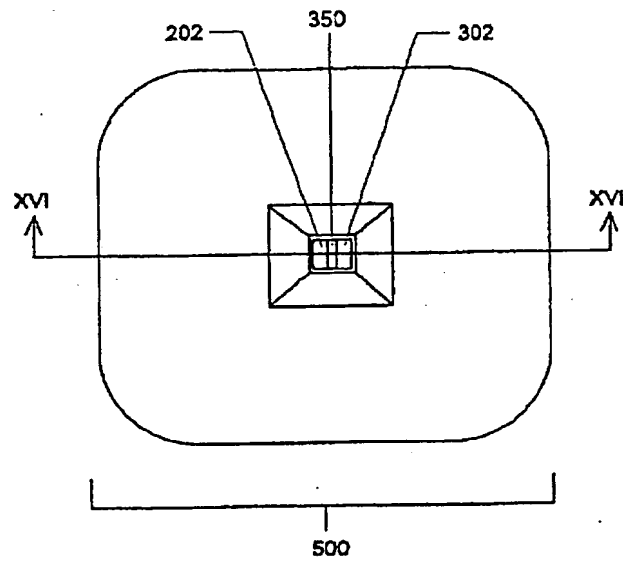


Fig. 17



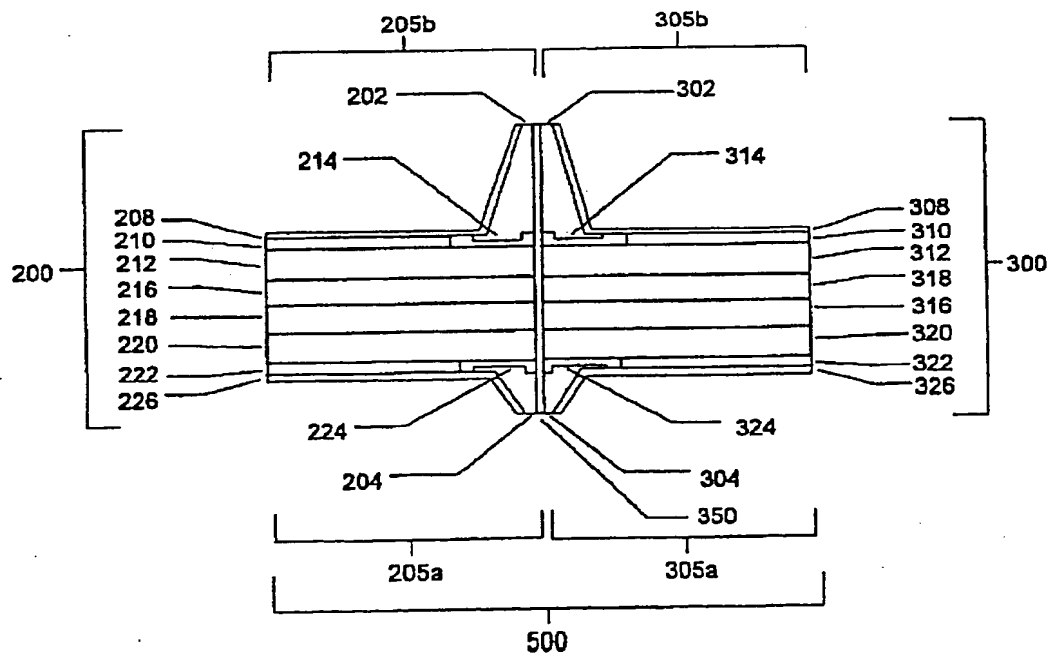
【図 19】

Fig. 19



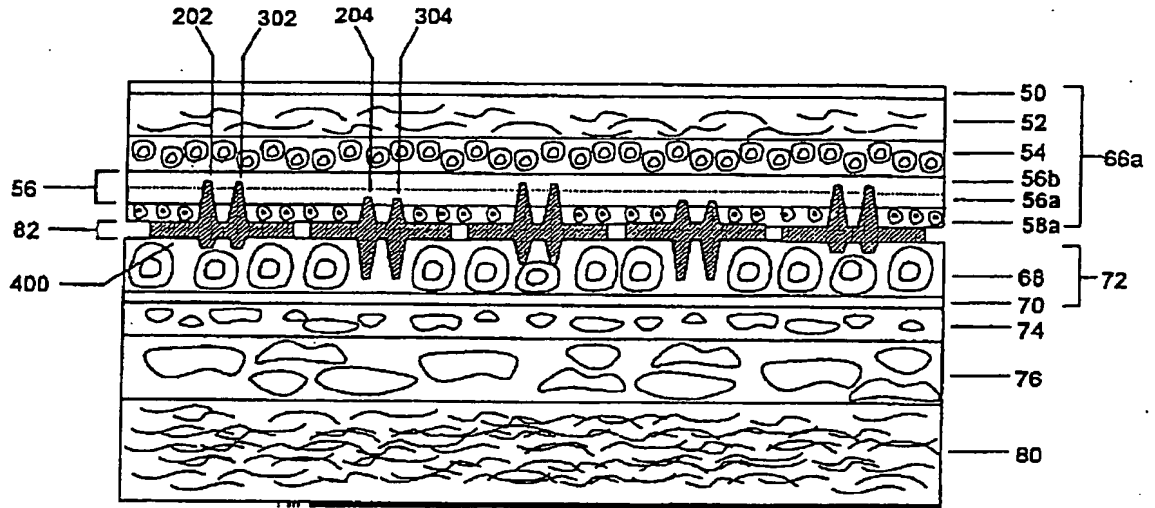
【図 20】

Fig. 20



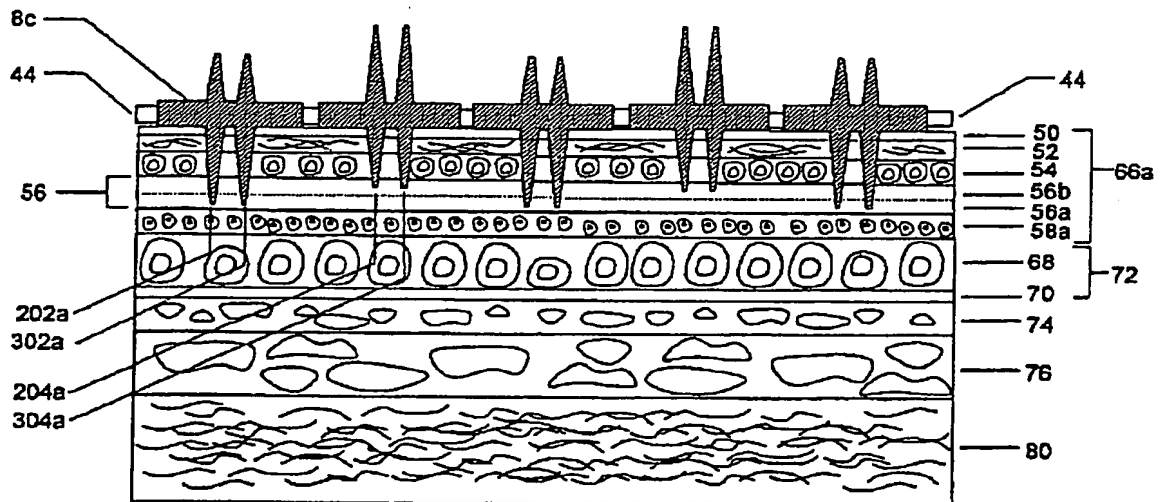
【図 2 1】

Fig. 21



【図 2 2】

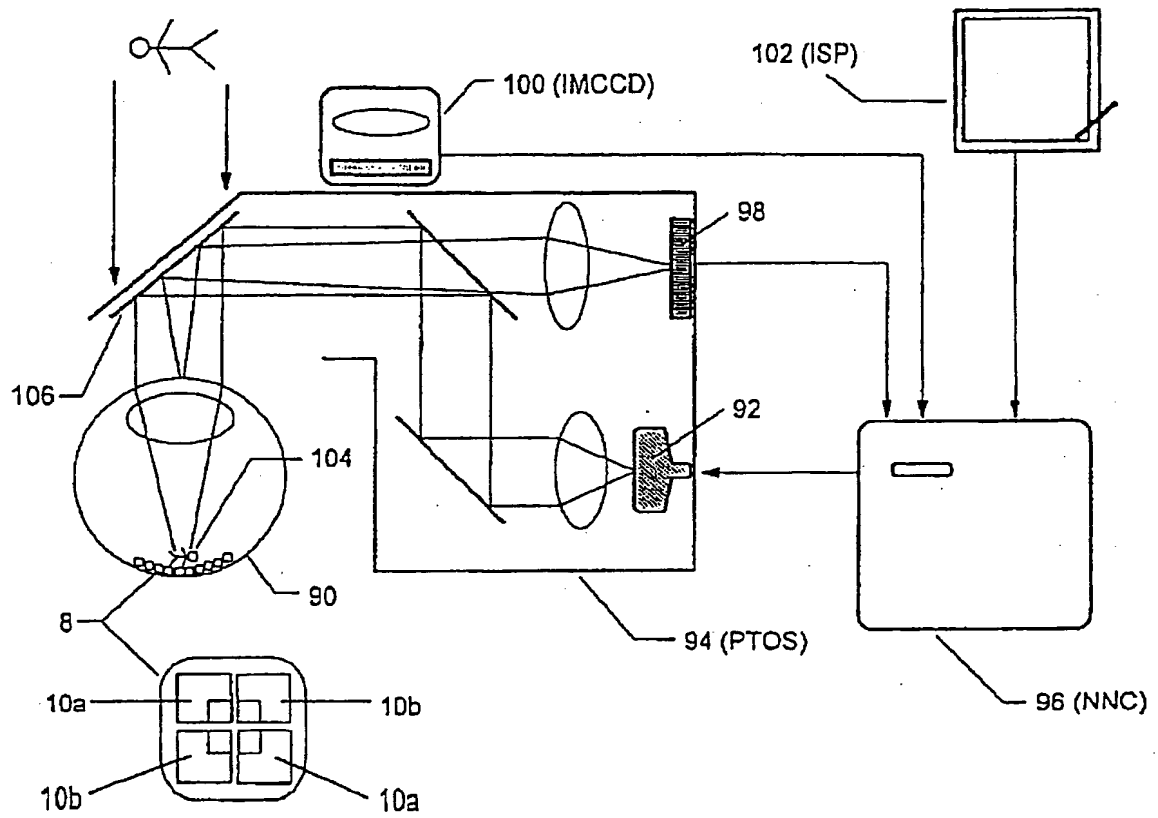
Fig. 22



【図23】

Fig. 23

## 対応する像形成網膜刺激システム (AIRES)



【図 2 4】

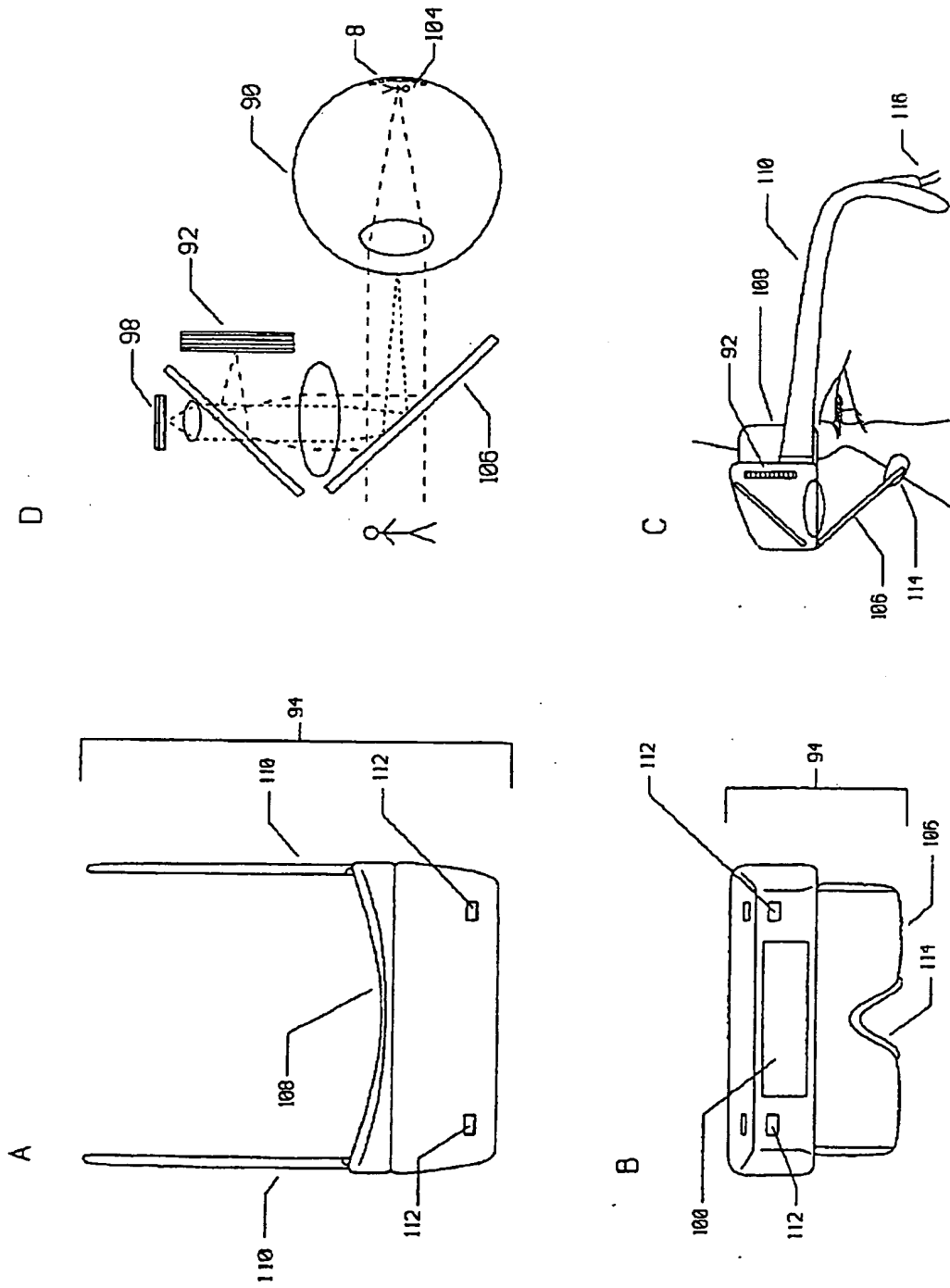


Fig. 24

【図25】

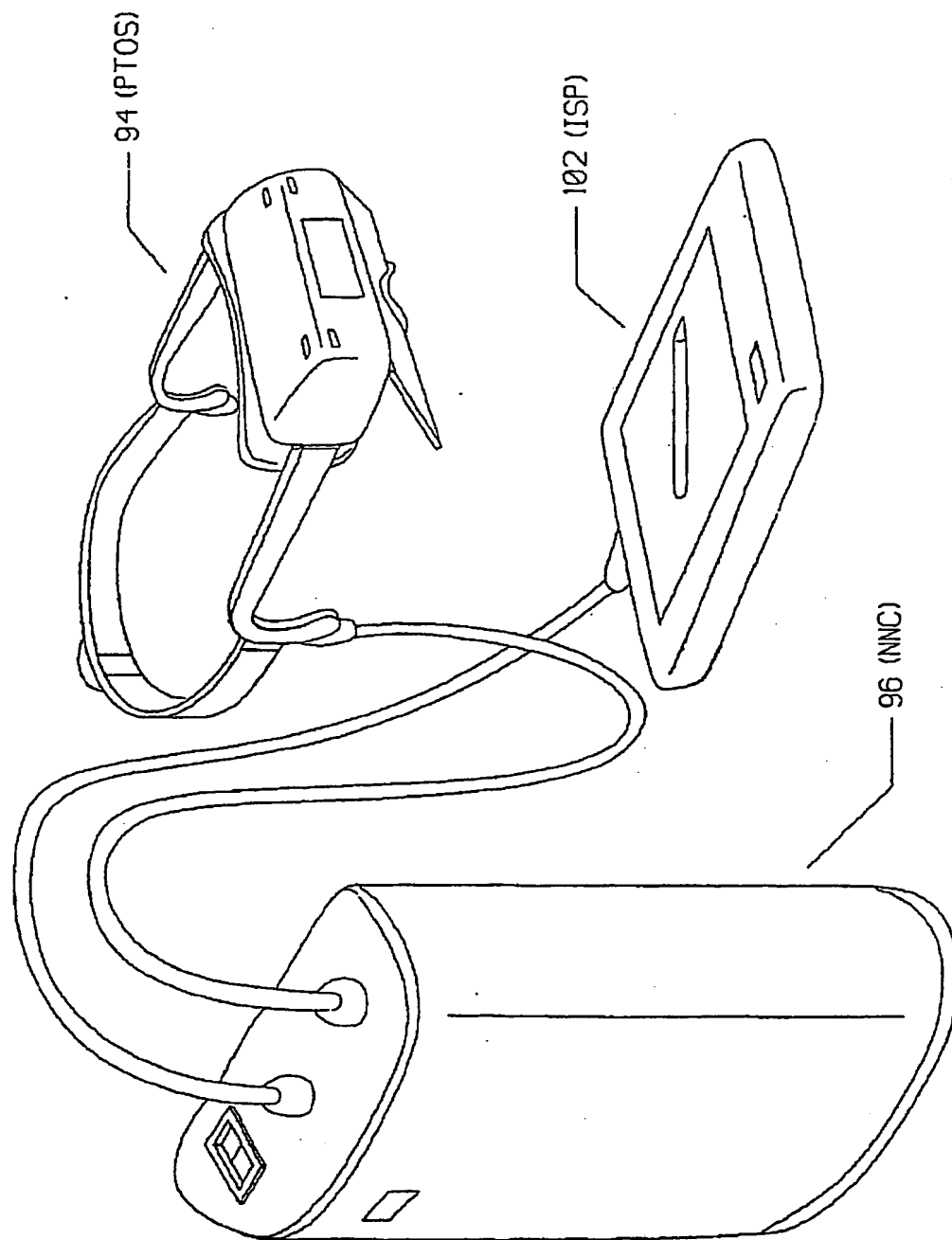
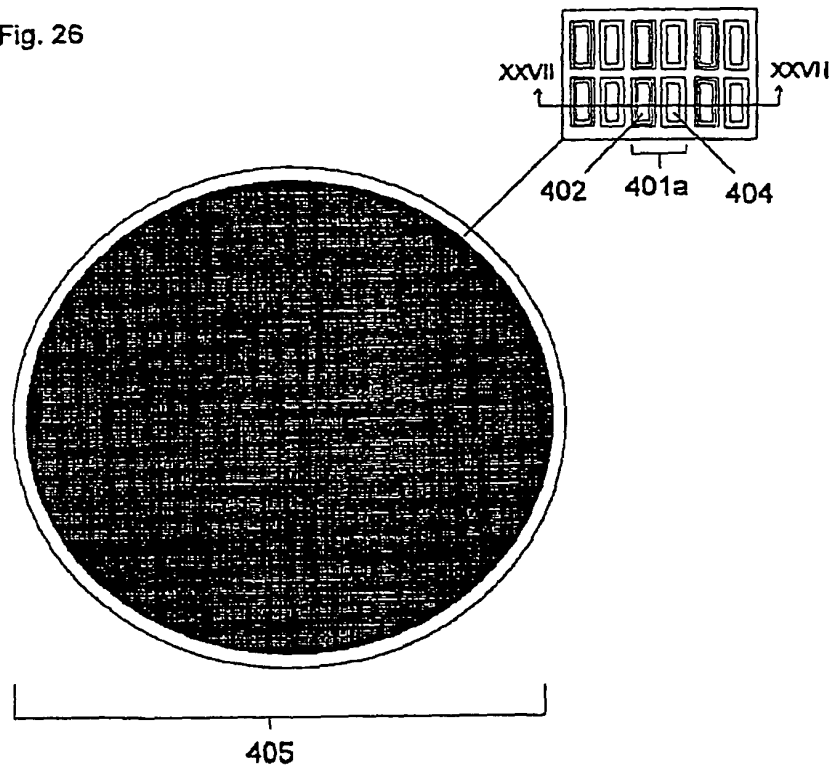


Fig. 25

【図26】

Fig. 26



【図 27】

Fig. 27A

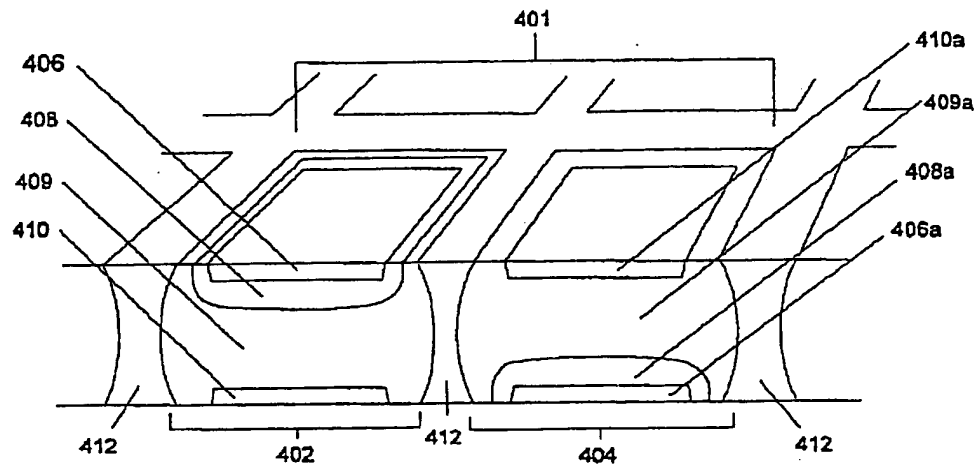


Fig. 27B

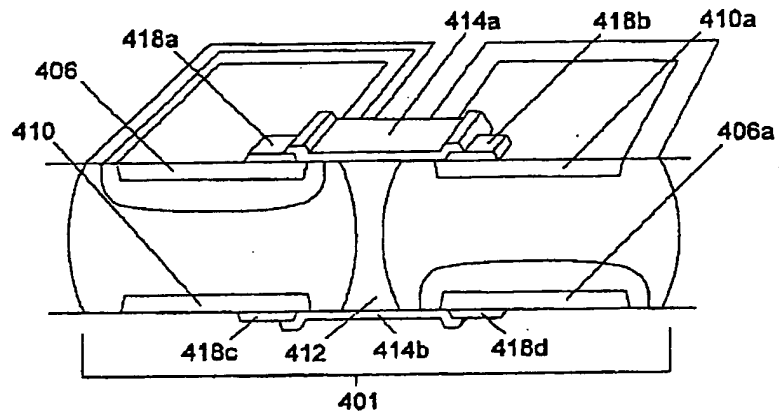
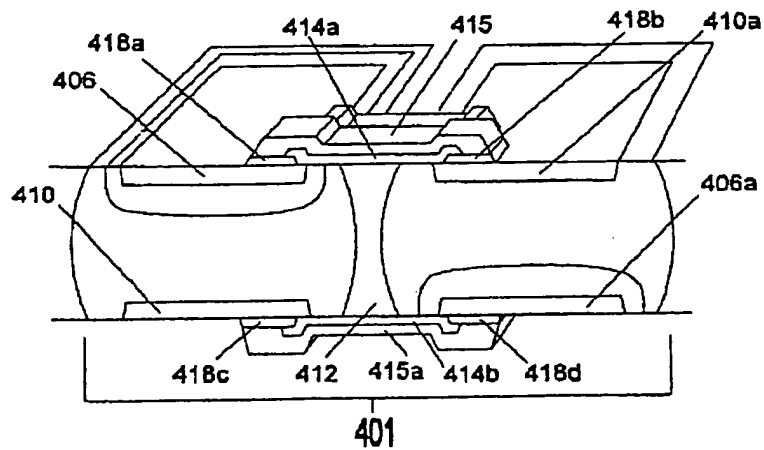


Fig. 27C





【図 27】

Fig. 27D

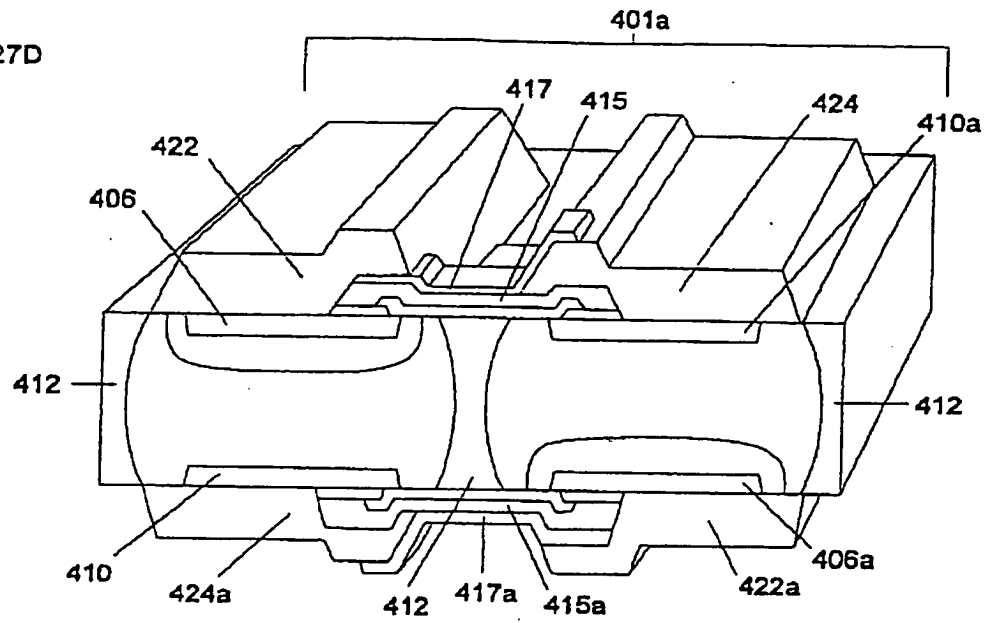
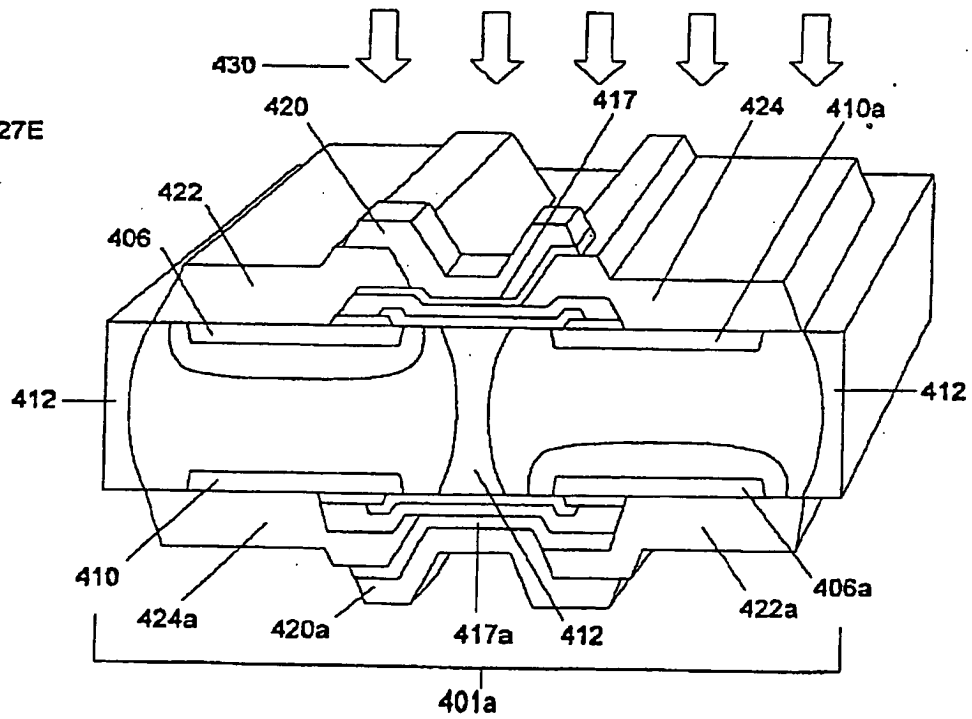


Fig. 27E



【図28】

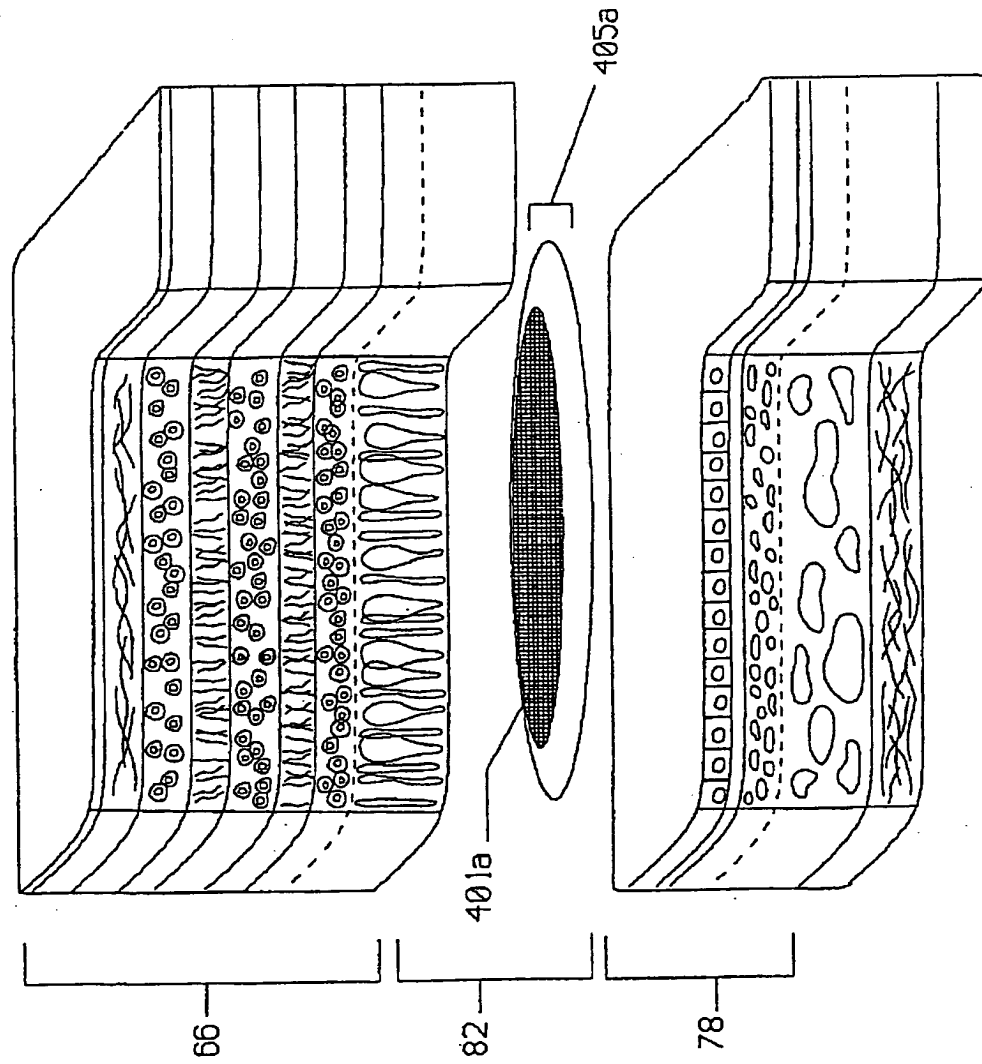


Fig. 28

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. appl. No.  
PCT/US96/08734

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(6) :A61N 1/05

US CL :607/54

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 607/54, 53, 116; 623/4

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

APS: PiN, NiP, retina

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, A, 5,109,844 (de Juan, Jr. et al.) 5 May 1992, see entire document.	1-56
X	US, A, 5,397,350, (Chow et al.) 14 March 1995, see entire document.	1, 2, 14, 23, 25, 34, 35, 38, 39
A	US, A, 4,628,933 (Michelson) 16 December 1986, see entire document.	1-56
A	GB, A, 2,016,276 (Ross) 26 September 1979, see entire document.	1-56

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	* T	later documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
* A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	* X	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
* E earlier document published on or after the international filing date	* Y	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
* L document which may throw doubts on priority claims or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	* &	document member of the same patent family
* O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
* P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search

11 SEPTEMBER 1996

Date of mailing of the international search report

02 OCT 1996

Name and mailing address of the ISA/US  
Commissioner of Patents and Trademarks  
Box PCT  
Washington, D.C. 20231

Facsimile No. (703) 305-3230

Authorized officer

Kennedy J. Schuetzle

Telephone No. (703) 308-2211

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)\*

## フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(KE, LS, MW, SD, S Z, UG), UA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, I L, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, R U, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN

(72)発明者 チョー アレン ワイ

アメリカ合衆国 イリノイ州 60187 ウ  
イートン パロミノ プレイス 191

1. JP,11-506662,A(1999)



**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**CLAIMS****[Claim(s)]**

- In Retina Transplant for Carrying Out Induction of the Formation Visual Sense in Eye Electrically, it Has PiN Micro Photodiode. 1. The P Side of this Transplant It has ultraviolet, visible, and the light-filter layer that lets a region pass alternatively the whole place where the infrared spectrum was chosen. the N side of a transplant It is the retina transplant which has ultraviolet, visible, and the light-filter layer that lets a region pass alternatively the whole place where the infrared spectrum was chosen, and can stimulate a retina by it irrespective of whether orientation of the retina transplant is carried out toward the light in which any by the side of P- or N- carry out incidence to an eye.
2. N- side and P- side filter layer are a retina transplant given in the claim 1 which lets the alternative almost same band pass.
  3. N-photometry filter layer is a retina transplant given in the claim 2 which is the dielectric filter which lets 740nm or 900nm pass.
  4. P-photometry filter layer is a retina transplant given in the claim 3 which is the dielectric filter which lets 740nm or 900nm pass.
  5. N-photometry filter layer is a retina transplant given in the claim 2 which is the dielectric filter which lets 400nm or 740nm pass.
  6. P-photometry filter layer is a retina transplant given in the claim 5 which is the dielectric filter which lets 400nm or 740nm pass.
  7. N- side and P- side filter layer are a retina transplant given in the claim 1 which lets a band which is considerably different alternatively pass.
  8. N-photometry filter layer is a retina transplant given in the claim 7 which is the dielectric filter which lets 740nm or 900nm pass.
  9. P-photometry filter layer is a retina transplant given in the claim 8 which is the dielectric filter which lets 400nm or 740nm pass.
  10. N-photometry filter layer is a retina transplant given in the claim 7 which is the dielectric filter which lets 400nm or 740nm pass.
  11. P-photometry filter layer is a retina transplant given in the claim 10 which is the dielectric filter which lets 740nm or 900nm pass.
  12. PiN Micro Photodiode -- (1) P-Doped Polysilicon, (2) P-Photometry Filter Dielectric Layer, (3) P+ Layer, (4) Tunica Propria, (5) N- Type Silicon Substrate, (6) N+ Layer, and (7) N-Photometry Filter Dielectric Layer -- and (8) -- A retina transplant given in the claim 1 containing N electrode built with N-doped polysilicon.
  13. A transplant is a retina transplant given in the claim 12 which contains further the first electric contact pad which establishes the electric contact between P-electrode and P+ layer, and the second electric contact pad which establishes the electric contact between N-electrode and N+ layer.
  14. A transplant is a transplant given in the claim 1 by which P- side of one micro photodiode faces an incident light, and N- side of the micro photodiode of another side faces an incident light, when it has the orientation which each of a micro photodiode counters mutually including the two aforementioned PiN micro photodiodes and is transplanted into an eye.
  15. P-electrode is a retina transplant given in the claim 12 which projects from the front face of a transplant outside.
  16. N-electrode is a retina transplant given in the claim 12 which projects from the front face of a transplant outside.
  17. N-electrode is a retina transplant given in the claim 15 which projects from the front face of a transplant outside.
  18. P-electrode and N-electrode are about 1 micron or a retina transplant given in the claim 15 which projects about 200 microns respectively.
  19. P-electrode and N-electrode are about 2 microns or a retina transplant given in the claim 17 which projects about





100 microns respectively.

20. Retina transplant given in the claim 14 to which one common electrode touches both P-side and N-side electrically at one side of a transplant, and other common electrodes touch both P-side and N-side electrically by the opposite side of a transplant.

21. A retina transplant given in the claim 20 with which two or more aforementioned transplants are built on a common silicon-substrate wafer.

22. A common silicon-substrate wafer is a retina transplant given in the claim 21 which has a slanting edge.

23. In the Method of Restoring Visual Sense Which Functions in Organism to Patient Who Has Injury on Retina It consists of transplanting two or more transplants to which a retina is adjoined and each has a PiN micro photodiode in a patient's eyes. the P side of a transplant It has ultraviolet, visible, and the light-filter layer that lets a region pass alternatively the whole place where the infrared spectrum was chosen. the N side of a transplant It is the method of having ultraviolet, visible, and the light-filter layer that lets a region pass alternatively the whole place where the infrared spectrum was chosen, and stimulating a retina by it irrespective of whether orientation of the retina transplant is carried out toward the light in which any by the side of P- or N- carry out incidence to an eye.

24. It is a method given in the claim 23 which has the light-filter layer in which the N side of each transplant lets only infrared light pass alternatively by the P side of each transplant having the light-filter layer which lets only the light pass alternatively.

25. It is a method given in the claim 23 by which orientation is carried out so that the light to which orientation is carried out so that the light to which 1 of a transplant group is transplanted into "the bottom space of a retina" between the outside retina in an eye and the entoretina, and the P side carries out incidence of the abbreviation moiety (namely, the first subset) to an eye at random may be faced, and the N side carries out incidence of the abbreviation moiety (namely, the second subset) to an eye may

26. It is a method given in the claim 24 by which orientation is carried out so that the light to which orientation is carried out so that the light to which 1 of a transplant group is transplanted into "the bottom space of a retina" between the outside retina in an eye and the entoretina, and the P side carries out incidence of the abbreviation moiety (namely, the first subset) to an eye at random may be faced, and the N side carries out incidence of the abbreviation moiety (namely, the second subset) to an eye may

27. It is a method given in the claim 26 which the second subset changes infrared light induction current, stimulates a retina with illegal current by the first subset of a detailed transplant changing the visible luminous energy which enters into small current, and generating the visual sense which stimulates the feeling of the detail of the light in an eye and functions in organism, and generates an illegal detail.

28. Infrared light is a method given in the claim 27 which is introduced into an eye by the unit containing the image generation equipment which can emit IR with which the outside of the body is equipped, IR lighting governs a power supply in darkness, supplies current to the second subset by it, and stimulates the visual-sense feeling of an illegal detail.

29. the image generation equipment which can emit Above IR -- moreover, a method given in the claim 28 which generates near where the light could be emitted, induction of the current was carried out by the surrounding light into the first subset under the conditions which display the detail of light and darkness, induction of the current was carried out by IR light into the second subset, and the detail of light and darkness was put together

30. The unit with which the aforementioned outside of the body is equipped is a method given in the claim 29 including a computer means to digitize these images further including the image formation CCD camera supplementary to the image of real time, and to send these images to the aforementioned image generation equipment.

31. The aforementioned real-time image generated by image generation equipment is a method given in the claim 30 which superimposes on the real image of the visible and infrared circumference, and is shown in a retina.

32. The image generated by image generation equipment is a method given in the claim 31 shown by high-speed continuation simultaneously with a surrounding real image.

33. A patient is a method given in the claim 32 which can correct IR and the visible light figure which were generated by the unit with which is equipped with the patient input unit which interfaced with the computer means, and a patient equips the aforementioned outside of the body.

In Transplant for Generating in Eye Visual Sense Which Functions in Organism, it Has at Least Two Micro Photodiode Subunits. 34. These Two Subunits The transplant in which PiN and NiP orientation which each counters are shown, one side of a subunit has PiN composition to an incident light when it is arranged in an eye so that a transplant may receive an incident light by it, and the subunit of another side comes to have NiP composition to an incident light.

35. It is a transplant given in the claim 34 on which it has a negative-electrode electrode on the front face where a



transplant counters a positive-electrode electrode again on the front face where two subunits are symmetrical forms and a transplant counters, and a transplant functions similarly by it irrespective of any of two front faces face the incident light to an eye.

36. A transplant given in the claim 35 which has two or more pairs of the two aforementioned subunits.

37. A transplant is a transplant given in the claim 36 which has two pairs of two aforementioned subunits.

38. It is a transplant given in the claim 34 whose thickness of a transplant width of face and length of a transplant are for 1 to 1000 microns, and is 1 of width of face, or 500%.

39. It is a transplant given in the claim 34 whose thickness of a transplant width of face and length of a transplant are for about 10 to about 50 microns, and is 25 of width of face, or 50%.

40. In the Method of Restoring Visual Sense Which Functions in Organism to Patient Who Has Injury on Retina It consists of transplanting two or more transplants to which a retina is adjoined and each has at least two micro photodiodes in a patient's eyes. two subunits The way have PiN and NiP orientation which each counters, and one side of a subunit has PiN composition to an incident light, and the subunit of another side comes to have NiP composition to an incident light by it when it is arranged by it in an eye so that a transplant may receive an incident light.

41. It is a transplant given in the claim 34 on which it has a negative-electrode electrode on the front face where a transplant counters a positive-electrode electrode again on the front face where two subunits of each transplant are symmetrical forms, and a transplant counters, and a transplant functions similarly by it irrespective of any of two front faces face the incident light to an eye.

42. Each transplant is a method given in the claim 41 which has two or more pairs of the two aforementioned subunits.

43. Each transplant is a method given in the claim 42 which has two pairs of two aforementioned subunits.

44. It is a method given in the claim 40 whose thickness of a transplant width of face and the length of each transplant are for 1 to 1000 microns, and is 1 of width of face, or 500%.

45. It is a method given in the claim 44 whose thickness of a transplant width of face and length of a transplant are for about 10 to about 50 microns, and is 25 of width of face, or 50%.

46. The sheet with which two or more aforementioned transplants were embedded into the sheet of living body compatibility, and the element was embedded is a method given in the claim 44 arranged in the bottom space of a retina.

47. The sheet with which the element was embedded is a method given in the claim 46 arranged on the front face of a nerve fiber layer from a vitreous-humour side.

48. A sheet is a method given in the claim 46 built with organism-degradation material.

49. The aforementioned transplant is a method given in the claim 40 transplanted on the front face of a nerve fiber layer.

It Consists of Transplanting Two or More Transplants on Nerve Fiber Layer in Patient's Eyes in the Method of Restoring Visual Sense Which Functions in Organism to Patient Who Has Injury on Retina. 50. Each Transplant It has a PiN micro photodiode, each includes a salient, and P and N electrode are P of two or more transplants, and the method of N electrode of entering each sub-layer "A" of an inner vine-like layer, and into "B" at least a little. the retina transplant which has the micro photodiode subunit of the group of 2 formed on 51.1 substrate -- setting -- this -- two groups For the second group, the first group is a retina transplant by which the orientation which counters is shown, and P+ layer of the first group adjoins N+ layer of the second group, and is arranged including at least one NiP subunit including at least one PiN subunit.

52. The retina transplant which has the first common electrode which contacts P-side of at least one subunit of the first group to a claim 51 further in the retina transplant of a publication in N-side of the subunit of the second group, and the second common electrode contacted in N-side of at least one subunit of the first group in P-side of the subunit of the second group.

53. It is a retina transplant given in the claim 52 in which each PiN subunit is made into a NiP subunit and a pair, and the combination of the PiN/NiP subunit of each set has the first and the second common electrode.

54. The retina transplant which has the combination of two or more of a pair of PiN/NiP subunits in the retina transplant of a publication in a claim 53.

55. The combination of two or more of a pair of PiN/NiP subunits is a retina transplant given in the claim 54 by which width of face is arranged on the substrate of .25mm from 1 micron.

56. The combination of two or more of a pair of PiN/NiP subunits is a retina transplant given in the claim 54 by which width of face is arranged on a 15mm substrate from .25mm.



## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

To a polyphase micro photodiode retina transplant and its corresponding image formation retina stimulus system. This application is a partial continuation application of the American patent application sequence number 08th of June 6, 1995 application / No. 465766.

Background of invention: this invention is the medical product which can be used in order to correct the visual-sense loss or the perfect loss of eyesight produced according to a certain kind of retina disease. Various kinds of retina diseases cause visual-sense loss or loss of eyesight by destroying the blood vessel layer of the eye containing the outside retina layer containing a choroid, a choroid capillary board, Bruch's membrane, and a retinal pigment epithelium. If these layers are lost, the denaturation of the lateral part of the inner retina which starts in a photoreception layer following it will take place. Adjustable evasion of the retina in survival which consists of an outer core layer, an outside vine-like layer, an inner core layer, an inner vine-like layer, a ganglion-cell layer, and a nerve fiber layer may take place. If there is evasion of an inner retina, this structure can be stimulated and the feeling of light can be made.

The attempt which stimulates the various portions of a retina electrically and makes a visual sense until now is reported. One of this kind of the attempts uses the sensitization element of composition of having a sensitization side and an electrode side in the opposite side, and supplying power externally. If this element is theoretically arranged directly on a nerve fiber layer from a vitreous-humour side, the nerve fiber layer should be stimulated theoretically. However, in order to have to reproduce a frequency-modulation nerve signal with a complicated nerve fiber layer, it is not thought that this element is successful. Furthermore, a nerve fiber layer accompanies the path of the direction of a path mostly, and is run, and the overlapping fiber extended from the portion from which a retina differs forms many layers. It is very difficult although it cannot say that it is impossible to make the visual sense which selected and stimulated the suitable nerve fiber and became a form.

There is a thing using the unit which consists of the support base which coated sensitive material, such as a selenium, as other elements. This element -- a rear pole -- outside -- a sclera -- it cuts open and inserts and is devised as laying between a sclera, a choroid or a choroid, and a retina. Light is to produce potential on a sensitization side, and to generate ion, and for it to move into a retina theoretically, and to produce a stimulus. However, since this element does not have the clear surface structure which suppresses the flow of a charge with directivity, movement and diffusion of the longitudinal direction of a charge will arise, and reservation of the decomposition capacity for it to be permissible with it will be barred. If this element is arranged between a sclera and a choroid, movement of the clear ion to a photoreception layer and an inner retina layer will be barred. It is because a choroid, a choroid capillary board, Bruch's membrane, and a retinal-pigment-epithelium layer exist, and these all carry out the operation which bars passage of ion. If this element is arranged between a choroid and a retina, Bruch's membrane and a retinal-pigment-epithelium layer will be made to be placed between the paths of movement of still clearer ion. Since this element is inserted through the inside of the choroid with very many blood vessels of a rear pole, or a choroid, in addition to rupture of the blood flow to a rear pole, it has a possibility that eye socket bruising may arise the bottom of a choroid, and in a retina. Although this kind of element was made as an experiment, it was transplanted to a patient's eyes and light has been sensed, an image has report of not having been formed.

The photovoltaic-cell artificial retina is indicated by the American patent No. 5024223. This element is inserted into the potential space inside the retina itself. This space is called bottom space of a retina, and exists between the outside layer of a retina, and an inside layer. The element has arranged what is called two or more surface electrode micro photodiodes ("SEMCPs") on one silicon crystal substrate, and was formed. SEMCPs changed light into small current and stimulated the inner retinal cell of the circumference which has these current upwards. For the property of the hard substrate of SEMCPs, disturbance of supply of the nutritive substance from a choroid to an inner retina arose. Even if it



conducted the side-hinged-window operation of various configurations, osmosis of oxygen and the living thing matter did not become the optimal.

Other methods about a photoelectromotive-force artificial retina element are indicated by the American patent No. 5397350. This element added what is called two or more independent surface electrode micro photodiodes (ISEMCPs) into the basis of a liquid, was constituted, and has been arranged too in the space under the retina of an eye. Since the open space existed between adjoining ISEMCPs(es), nutritive substance and oxygen flowed from the outside retina to the inner retina layer, and supplied nutritive substance to these layers. With other operation forms of this element, each ISEMCP was called ISEMCP-C including the electric capacitor layer. ISEMCP-Cs generated and depended the current of the opposite direction restricted not in light but in darkness, carried out induction of the visual feeling effectively, and prevented the electrolysis damage on the retina by long-term single phase galvanic stimulation

These well-known elements (SEMCPs, ISEMCPs, and ISEMCP-Cs) were the things depending on the light in visual-sense environment, in order to obtain power. Therefore, the capacity to function in [ of weak light environment ] these elements being continuous was restricted. Moreover, it was difficult to perform those alignment in the bottom space of a retina so that all of ISEMCPs and ISEMCP-Cs may turn to an incident light.

Outline of invention About the system which can transplant a detailed transplant into the eye to which especially this invention was suffered from the illness, this system functions in continuation weak light level, and brings forth the consciousness of the detail of the improved light and darkness. this invention has two fundamental components. (1) They are the polyphase micro photodiode retina transplant ("MMRIs") transplanted into an eye with a detailed size, and the corresponding image formation retina stimulus system ("AIRES") with which (2) outside of the body is equipped. AIRES stimulates MMRI using infrared radiation, and generates "illegal current" in a retina between weak striation affairs, and improves the consciousness of the detail of light and darkness.

MMRI of this invention has PiN composition with the fundamental form according to the orientation. With this composition, P- side of a transplant has the light-filter layer which lets a visible ray pass, and N- side of a transplant has the light filter which lets only the infrared light of the wavelength chosen preferably which lets only infrared light ("IR") pass pass. Orientation is carried out so that it may go to the light to which one group of such MMRIs is transplanted outside an eye into the so-called "bottom space of a retina" between a retina and an inner retina, orientation is carried out in fact so that it may go to the light to which the P side carries out incidence of the abbreviation half (namely, the first subset) to an eye at random, and the N side carries out incidence of the remaining abbreviation half (namely, the first subset) to an eye.

In this position and orientation, the first subset of MMRIs changes into small current the visible luminous energy which carries out incidence, stimulates the feeling of the light in an eye, and forms an image. If it puts in another way, the first subset will change the light into current, will stimulate a retina with "the current of light", and will carry out induction of the consciousness of the light. Between weak striation affairs, the second subset of MRIs changes into current the infrared light supplied by AIRES, carries out a retina stimulus with "illegal current", and carries out induction of the illegal consciousness.

It consists of projection and a trace optical system ("PTOS"), a nerve net computer ("NNC"), an image formation CCD camera ("IMCCD"), and an input stylus pad ("ISP"), corresponding image formation retina stimulus system, i.e., AIRES.

if it is in 1 operation gestalt of this invention -- each -- a detailed transplant contains two or more of a pair of MMRI subunits collectively arranged in the unit of a single flat cube An electrode positive [ transplants / detailed / these ] to one flat side top in each MMRI of each set is built again so that an electrode negative to the flat side top of another side may come. every of each set -- MMRI of everything [ MMRI ] but a pair -- opposite direction -- orientation -- carrying out -- the field top as the positive (P) electrode of a pair of second MMRI where the negative (N) electrode of a pair of first MMRI is the same -- or it is near it, and the positive electrode of a pair of first MMRI is arranged as it is the same field top as the negative electrode of a pair of second MMRI, or near it the detailed transplant of a piece -- each -- a flatness side has the positive electrode of the micro photodiode which is related from at least one MMRI, and the negative electrode of the micro photodiode from other one MMRI By this symmetric property, each micro photodiode transplant functions similarly correctly without relation to the flat front face of which faces an incident light. A multilayer dielectric filter is arranged on the Pth page of a MMRI subunit, and the Sth page, and infrared light (740 to 900 nm) passes through that, and it is made the light (400 to 740 nm) pass through that, amount to the Pth page, and to amount to the Nth page. If it does in this way, the PiN composition of each MMRI subunit will answer the light, and NiP composition will answer infrared light. If it is in the modification of this operation form, the common electrode in each \*\* of a transplant connects the positive electrode of one MMRI to the negative electrode of the second MMRI of the same side.

If it is in this desirable operation form, usually, in the bottom space of a retina, the ratio of \*\*\*\* thickness is 1:3, and





the composition of a flat and detailed transplant has the fastidious which carries out orientation of itself, and as an incident light accepted in one of the flat optical activity side of the, it is arranged. every -- P of a MMRI subunit, and N electrode -- and/or -- this -- the common electrode which connects P and N electrode is arranged on the sensitization side of a detailed transplant, or near it The current which the current generated by PiN composition has upwards and which reaches, stimulates the feeling of the "light" in/or an adjoining retinal cell, and is generated by NiP composition stimulates the feeling of the "darkness" near the same cell.

The power for a "photocurrent" is obtained from the visible spectrum of the light of an image which enters. The power for "illegal current" is supplied with the image on which it is projected into an eye by the optical head set system by which computer control is carried out in the infrared (JR) light and/or the exterior which were superimposed. The head set projection system by which computer control is carried out in this exterior is the second component of the artificial retina element of this invention, and is called corresponding image formation retina stimulus system "AIRES."

AIRES is the subsystem of a component. "it consists of projection and a trace optical system (PTOS), a nerve net computer (NNC), an image formation CCD camera (IMCCD), and an input stylus pad (ISP). under an operation and AIRES -- IMCCD of itself -- the detail and the feature of an image -- "-- seeing -- " -- it interprets and this information is processed by the NNC Next, the modulated infrared light and/or an image, and in being required, a visible light figure is projected into an eye and it corrects the function of a transplant. By [ in PTOS ] using a mirror penetrable by reflection nature partially, AIRES projects IR, and the light/image superimposed on the visible-spectrum image which enters into an eye from environment. "a patient's input" from an input element like [ correct / how / the function of a transplant / in order for AIRES to generate an exact image at first ] a stylus pad -- using -- NNC -- "-- training -- " -- it carries out Most AIRES(s) come to have the improved capacity which modulates the function of a transplant after training, without borrowing a patient's assistance. The main advantages over the advanced technology of the system which combined this MMRI and AIRES are this combined system functioning also in weak light environment, and aligning "light" and "illegal" current finely by AIRES, and being able to offer the optimal image. Moreover, by generating the light and illegal current which counter, the injury operation by electrolysis is mitigated and the living body compatibility of a transplant is improved.

If it is in this desirable operation gestalt, a patient equips with the PTOS head set of AIRES, and a PTOS head set projects lighting on IR and the visible light figure row of adjustable intensity into an eye using CRT (IRVCRT) in which I and the light are possible. Lighting corrects the function of the MMRI subunit of a transplant to these IR and a visible light figure row by modulating those current outputs. In darkness, IR lighting is a dominant power source and generates the current which supplies power to the NiP composition of MMRI and stimulates illegal visual-sense feeling. However, the NiP current in which induction was carried out by IR is corrected by PTOS through NNC control based on the information supplied by the surrounding photosensor and surrounding IMCCD of PTOS. Under bright lighting conditions, by surrounding light, induction will be carried out into the PiN composition of MMRI, it will become irregular, and stronger current will depend, and will offset the NiP current of weak MMRI. The consciousness of a net light is generated by this. Since the quality of light and darkness always changes, a transplant also makes the electric generating power, as for the image in the inside of normal environment, change quickly between a "photocurrent" and "illegal current." The modulation of the "photocurrent" of a transplant can also be performed by PTOS of AIRES again by projecting the additional visible light figure superimposed on the light figure of a circumferential enclosure.

AIRES processes the digitized image which is supplied by the IMCCD during an operation using the NNC. If it is in this desirable operation form, AIRES projects the visible image and infrared image of real-time video which were superimposed on the transplant of a retina. These images are displayed continuously at high speed simultaneous from IRVCRT. Or visible, IR light, and an image are also generable using suitable display, such as the filter formula activity matrix LCD, an LED display equipment, or a filter formula plasma display. AIRES controls the image on which it was projected by PTOS by changing those wavelength, intensity, the persistence time, and a pulse frequency. A patient's input element (an example, input stylus pad)

It is made to interface with \*\* and NNC and a patient enables it to correct IR and the visible light figure which were generated by the PTOS head set. This "feedback" of a patient is analyzed by NNC of AIRES, and is compared with the image computer-processed from IMCCD, and the nerve net software of AIRES learns the difference.

After an of-instruction period, without [ which does not borrow a patient's assistance ] being generated by the computer, visible and IR image can be adjusted automatically and NNC can improve the quality of an image now. By adjusting the stimulus frequency and the duration of IR of PTOS, and a visible image, AIRES can also stimulate the feeling of a color now for some patients again. This resembles the method to which the man of normal eyesight is made to do induction of the feeling of a color using the black-and-white television monitor which rotated Benham's top of white and black or did frequency modulation.



MMRI and the AIRES component of this invention differ from the advanced technology mainly in respect of the following. An infrared image and light are used visible and in order to modulate the function of MMRI alternatively. One MMRI is stimulated with the light which comes from either of the sides with the two optical activity, and generates local stimulative current from both sides.

When these elements have been arranged by the flat configuration of MMRI in the bottom space of a retina, with it, the preference-orientation which goes to those incident lights becomes possible. The electric generating power from this \*\*\*\* for AIRES systems and MMRI is programmable according to the need for each patient. By this composition of MMRI, the photoreception layer which remains, the bipolar stratum compactum, or an inner vine-like layer can also be stimulated from the bottom space of a retina again by also being able to stimulate the nerve fiber layer of a retina, a stratum gangliosum, or an inner vine-like layer from the bottom space of a retina using them, or reversing those polarity under manufacture. The bipolarity of the current output from MMRI has the high degree permitted in organism as compared with most electrical stimulation of preference technology being haploidies.

Easy explanation of a drawing A view 1 is a plan of 1 operation gestalt of the micro photodiode retina transplant of this invention (MMRI).

A view 2 is a cross section which accompanied the flat surface containing the II-II line of a view 1, and was turned off.

A view 3 is a plan of the second operation gestalt of this invention (MMRI-E).

A view 4 is a cross section which accompanied the flat surface containing the IV-IV line of a view 3, and was turned off.

A view 5 is drawing showing the manufacturing process of the micro photodiode retina transplant of a view 1 (MMRI).

A view 6 is a plan of the third operation gestalt of this invention which consists of two pairs of MMRI subunits (MMRI-4).

A view 7 is a tropia cross section which accompanied the flat surface containing the VI-VI line of a view 6, and was turned off.

An octavus view is a plan showing the fourth operation gestalt of this invention which consists of two pairs of MMRI-E subunits (MMRI-4E).

A view 9 is a tropia cross section which accompanied the flat surface containing the VIII-VIII line of an octavus view, and was turned off.

A view 10 is the micro photodiode retina transplant (MMRI-4) of a view 6.

They are the isometric plot showing the thing which made the 3 inches silicon wafer fix on a 4 inches thicker silicon wafer in \*\*\*\*\*, a plan, and an expansion inset.

A view 11 is drawing showing the micro photodiode retina transplant (MMRI-4) of the view 6 transplanted to the desirable position of the bottom space of a retina.

A view 12 is drawing showing the micro photodiode retina transplant (MMRI-4) of the view 6 transplanted to other positions of the nerve fiber layer of a retina.

A view 13 is a plan of the fifth operation gestalt of the micro photodiode transplant of this invention (MMRI-IPV).

A view 14 is a cross section which accompanied the flat surface containing the X-X line of a view 13, and was turned off.

A view 15 is a plan of the sixth operation gestalt of the micro photodiode transplant of this invention (MMRI-IPIR).

A view 16 is a cross section which accompanied the flat surface containing the XII-VII line of a view 15, and was turned off.

A view 17 is a plan of the seventh operation gestalt of the micro photodiode transplant of this invention (MMRI-IPVIR-A).

A view 18 is a cross section which accompanied the flat surface containing the XIV-XIV line of a view 17, and was turned off.

A view 19 is a plan of the eighth operation gestalt of the micro photodiode transplant of this invention.

A view 20 is a cross section which accompanied the flat surface containing the XVI-XVI line of a view 19, and was turned off.

A view 21 is a cross section of a retina showing the state where the micro photodiode transplant of a view 17 is in the desirable position of the bottom space of a retina, and those electrodes were inserted into the sub-layer B of an inner vine-like layer, and Sub-layer A.

A view 22 is a cross section of a retina showing the state where some which reversed the polarity of the micro photodiode transplant of a view 17 are in the desirable position of the bottom space of a retina, and those electrodes were inserted into the sub-layer B of an inner vine-like layer, and Sub-layer A in the ninth operation gestalt of this



invention.

A view 23 is the projection and the trace optical system (PTOS), the nerve net computer (NNC), and the common diagram showing an input stylus pad (ISP) which are the subsystem of the component of a corresponding image formation retina stimulus system (AIRES). Q-SEMCPs is shown in the state where it was transplanted into the eye. A view 24 is drawing showing the outline of the PTOS element constituted as a glasses head set, and its optical system.

A view 25 is drawing showing the AIRES structure-of-a-system element which consists of PTOS, and NNC and ISP. A view 26 is a plan of a large-sized wafer including the ninth operation form ("MMRI-OPSISTER-D") of the transplant of this invention (a detailed decomposition inset is included).

The 27th A-E view is a \*\*\*\* cross section which accompanied the flat surface containing the XXVI-XXVI line of the view 26 showing the manufacturing process of MMRI-OPSISTER-D of a view 26, and was turned off.

A view 28 is drawing showing the MMRI-OPSISTER-D element which was used for the small chip which has a slanting edge, and was transplanted in the bottom space of a retina.

Detailed explanation of an operation form desirable at present If it is in 1 desirable operation form (view 2 [ one to ]) of this invention, each micro photodiode transplant (106) is built as a flat cube element (henceforth referred to as MMRI) which held the single 2 side micro photodiode. if it is in this desirable operation form -- every -- MMRI (106) is the unit which had a nothing and detailed size and became independent physically about the configuration of a flat cube where the angle and the edge were rounded off It can function as PiN or a NiP element, corresponding [ that any of MMRI (106) by the side of the two sensitization, i.e., P-, or N- (107a) (107b) are visible and/or ] to whether it is stimulated by infrared light (108). The layer of MMRI (106) is a P electrode (110) preferably built with P-doped polysilicon towards a soffit from a upper limit. The multilayer dielectric filter which lets only the light (400nm - 740nm) pass to the following P+ layer (112) (122), The gold for establishing electric contact between a layer (110) and (112), aluminum, The contact pad built with either or all the compounds of titanium and chromium (114), P+ layer (112) and the peculiar layer automatically formed between N- type silicon substrates (128) (126), N+ layer (118), the multilayer dielectric filter which lets only infrared light (740nm - 900nm) pass to N+ layer (118) (124), The gold for establishing the electric contact between the layers of the last which is N electrode (116) built with N-doped polysilicon as preferably as N+ layer (118), The contact pad (120) built with either or all the compounds of aluminum, titanium, and chromium is included.

Although P electrode (110) and N electrode (116) show all the front faces of MMRI (106) as a wrap thing, if a view 2 [ one to ] is in a different operation gestalt, P electrode (110) can cover the part by the side of P- by the side of sensitization (17a), and N electrode (116) can also make a wrap thing the part by the side of N- by the side of sensitization (107b). Let these portions be the ranges between 0.1% or 99.9%. It is because concentration of the current with which the wrap purpose is partially generated by MMRI (106) in P electrode (110) and N electrode (116) is enabled. Moreover, as similarly shown in a view 2 [ one to ], the width of face and depth of MMRI (106) are the same size, it is for 5 micrometers and 100 micrometers, and height is width of face and 25% of depth, and 50%. however, that MMRI (106) also makes width of face and depth small to about 1 micrometer if it is in other operation gestalten, or about 2000 micrometers -- it can also enlarge and, as for width of face and depth, it is good not to be the same size Moreover, the height of MMRI can be set as for width of face and 1% of depth, and 500%. Preferably, N- type silicon substrate (128) of MMRI shows 2000 ohms /of ohmic resistance values of 2 cm from 50. However, if it is in other operation gestalten, it is N- type silicon substrate (128) of MMRI.

\*\* and 1 ohm/cm<sup>2</sup> The ohmic resistance value between 2 can be taken a 100000 ohms [/cm ] shell. The desirable design current output of each MMRI (106) is 1 or about 5000 nAs according to incidence lighting (108). However, the range of 0.01nA to 200000nA(s) may be suitable.

If it is in the second operation gestalt (MMRI-E) (view 4 [ three to ]) of this invention, the polysilicon contest layer 110 is pinched between the multilayer dielectric visible light-filter layer 122 and the P+ layer 112, the polysilicon contest layer 116 is pinched between the multilayer dielectric IR filter layer 124 and the N+ layer 124, and MMRI of a view 2 [ one to ] is made and built. The contact pads 114 and 120 of the aluminum of a view 2 [ one to ] are unnecessary with this operation gestalt. With this operation gestalt, the retinal cell which adjoins MMRI-Es instead of a retinal cell on MMRI-Es is mainly stimulated. This second operation gestalt is used for the patient by whom induction is done a visual sense being [ way ] better and stimulating a flank rather than it stimulates a upper limit. Tunica-propria [ which is the remaining layers ] 126, and N- type silicon-substrate layer 128 side, and P- side 107, and N- side 107b does not change.

A or L of a view 5 shows the manufacturing process of desirable MMRI. the -- as shown in 5A view, a 200 or 3" suspension region of 400 ohm-cm 1-0-0N- type silicon wafer (140) is made thin to 8 micrometers, next oxide bonding



of width of face of 0.4" or the 0.5" silicon retaining ring (built so that the i.d. taper of 30 to 40 degrees may be shown by chemical etching and the channel stopping method) is carried out to a target wafer (140) the -- as shown in 5B view, at one side of a wafer (140), the ion implantation of the P+ layer (144) is carried out by Fukashi who is 0.2 micrometers. The mask of the opposite side is carried out so that placing may not be performed. As shown in the 5th C view, a wafer (140) is \*\*\*\*\* (ed) and ion implantation is carried out by Fukashi whose N+ layer (146) is 0.2 micrometers in the second side. The mask of the first P+ side is carried out so that placing may not be performed. As shown in the 5th D view, both P+ (144) and N+ (146) layers are driven with heat by Fukashi (0.5 micrometers or 0.6 micrometers). the -- although multilayer formation of TiO two-layer and the KUUOTSU layer is carried out by turns by vacuum evaporatio and it lets the light of 400 to 740 nm pass to P+ side (144) as shown in 5E view, the infrared light which is 740 to 900 nm generates the interference filter (148) to prevent The thickness of the sum total of this dielectric layer (148) is about 3.50 or 5 micrometers. the -- although a \*\*\*\*\* N+ side (146) is exposed for a wafer, multilayer formation of TiO two-layer and the KUUOTSU layer is carried out by turns by vacuum evaporatio and it lets the infrared light of 740 to 900 nm pass as shown in 5F view, the light which is 400 to 740 nm generates the interference filter (150) to prevent The thickness of the sum total of this dielectric layer (150) is about two to 3 micrometer. the -- in 5G view, spin-on of the photoresist is carried out and the both sides of a wafer (140) carry out patterning -- having -- an interference film (148 and 150) -- penetrating -- P+ layer (144) and N+ layer (146) the 8micrometerx8micrometer contact hole (152) attained until is formed A contact hole is formed in the shape of [ square ] a grid at intervals of 50 micrometers. As shown in the 5thH view, the vacuum evaporatio of the aluminum (154) is carried out to the both sides of a wafer (140). In these 5I views, spin-on of the photoresist is carried out, and patterning of the both sides of a wafer (140) is carried out, and the contact pad of 12micrometerx12micrometer aluminum is formed on all the contact holes that are 8micrometerx8micrometer, and it continues, and is driven with heat into aluminum. the -- the low voltage which used plasma auxiliary in 5J view -- CVD -- the interference filter (148) top by the side of P+ of a wafer (140) -- P+ silicon (156) -- 0.2 micrometers -- or 0.5-micrometer vacuum evaporatio is carried out and the electric contact to the contact pad (154) of aluminum is established at 250 degrees or 300 degrees C The mask of the opposite side of a wafer is carried out. the -- the low voltage which used plasma auxiliary in 5K view -- CVD -- the interference filter (150) top by the side of N+ of a wafer (140) -- N+ silicon (158) -- 0.2 micrometers -- or 0.5-micrometer vacuum evaporatio is carried out and the electric contact to the contact pad (154) of aluminum is established at 250 degrees or 300 degrees C the -- in 5L view, a 3 inch wafer is cut into a 50micrometerx50micrometer square (160) by EKUSHIMA laser, and the alignment of the one contact pad is carried out to each \*\* of each square Finally it cleans, and washes and the collected square is MMRI's. These MMRI's(es) round off slightly the angle and edge where short-time \*\*\*\*\* and the element sharpened in the glassware using ultrasonic energy.

A view 7 [ six to ] shows the stratified fine structure 8 of the third operation gestalt of the artificial retina element of this invention. In order to distinguish from other operation gestalten of this invention, this operation gestalt is called MMRI-4 for convenience, and (8) shows it. MMRI-4(8) shows the configuration of the flat cube which the angle and the edge were rounded off and was built by the detailed size. This element consists of four micro photodiode subunits (10ax2 and 10bx2). Each micro photodiode subunit (10a or 10b) of MMRI-4(8) serves as PiN or a NiP element by any of the sensitization side are turned to light (12). For example, as shown in a view 7, since P+ tab (14) faces the incident light (12), a front left micro photodiode (10a) acts as a PiN subunit. On the contrary, since N+ tab (18) faces the incident light (12), a front right micro photodiode (10b) acts as a NiP subunit. It will be understood easily that the N+ tab (18) comes to face an incident light, therefore, as for \*\*\*\* Japanese common chestnut \*\*\*\*\* and a micro photodiode subunit (10a), acts MMRI-4(8) as a NiP element. Similarly, a \*\*\*\*\* case, the P+ tab (14) comes to face an incident light, therefore a micro photodiode subunit (10b) acts as a PiN element.

In a view 7 [ six to ], MMRI-4(8) is positive [ four ] (P) in a fundamental form further on four P+ tab (14) sides by the side of the upper limit of MMRI-4(8), and a soffit.

It turns out that the electrode (13) is arranged (it is cautious of the structure of the soffit of two back micro photodiode subunits not being in sight in a view 7). Preferably, these P electrodes (13) are built with P doped polysilicon, and are generated by CVD, and vacuum evaporatio is carried out on the interior angle section of P+ tab (14). Between P electrode (13) and P+ tab (14), the layer (14a) of the gold which acts as an obstruction which promotes adhesion and blocks light again, titanium, or chromium is arranged. MMRI-4(8)

The electrode (16) of \*\* and four N+ tabs (four negative (N arranged on 18)) is included. Preferably, these N electrodes (16) are built with N doped polysilicon, and are generated by CVD, and vacuum evaporatio is carried out on the interior angle section of N+ tab (18). Between N electrode (16) and N+ tab (18), the layer (14a) of the gold which acts as an obstruction which promotes adhesion and blocks light again, titanium, or chromium is arranged. Or P electrode (13) and N electrode (16) can also be built with the suitable arbitrary material which conducts current.





Although arbitrary combination or compounds of gold, chromium, aluminum, iridium and platinum, or such material are contained as this kind of an electrical conducting material, it is not limited to them. P electrode (13) and N electrode (16) can cover the arbitrary portions between 01% to 99.9% of the front faces of each P+ tab (14) or N+ tab (18). A filter layer (20) is arranged at the portion of P+ tab (14) which is not covered by P electrode (13).

Preferably, these filter layers (20) are built with multilayer dielectric coating, and let only the light (400nm or 740nm) pass to P+ tab (14) front face. A filter layer (22) is arranged at the portion of N+ tab (18) which is not covered by N electrode (16). Similarly these filter layers (22) are preferably built with multilayer dielectric coating, and let only infrared light (740nm or 900nm) pass to N+ tab (18) front face. The tunica propria (15) is automatically formed in the bottom of each P+ tab (14) between P+ tab (14) and N- type silicon substrate (25). N+ tab layer (18) generates by performing the ion implantation of additional N- type Lynn into N- type silicon substrate (25). The channel stop (24) for separating the subunit of a micro photodiode mutually electrically is generated by the ion implantation of P- type boron around each MMRI-4 subunit (10ax2, 10bx2). A channel stop material (24) outside is surrounded by N- type silicon substrate (25b).

If it is in the operation gestalt of this invention shown in a view 7 [ six to ], the width of face and depth of MMRI-4(8) are the same size, and are for 10 or 50 microns. Moreover, height is 25% of the size of width of face and depth, and 50%. a contact pad -- the configuration of a flat cube -- MMRI- the time of 4 (8) being transplanted into the bottom space of a retina -- MMRI- either by the side of two flat sensitization of 4 (8) can be turned to an incident light (12) in preference MMRI-4s (8) is depth and can also build greatly building width of face small to about 1 micron to about 1000 microns. Moreover, depth does not need to be the same as width of face. Furthermore, the height of MMRI-4 can be made into width of face and 1% of depth, and 500%.

If it is in the operation gestalt of a view 7 [ six to ], the N type substrate (25 and 25b) of MMRI-4 has an ohmic resistance value between 50 and 2000 ohm-cm<sup>2</sup>. However, the N type substrate (15 and 25b) of MMRI-4 can have an ohmic resistance value between 1 ohm-cm<sup>2</sup> and 100000 ohm-cm<sup>2</sup>. Each MMRI-4 subunit micro photodiode (10a or 10b)

The desirable design value of \*\*\*\*\* is 1 or about 5000 nAs according to incidence lighting (12). However, also let the range of 0.01nA to 200000nA(s) be a suitable value. MMRI-4(8) can correct electric generating power greatly or small by changing each area of P electrode (13) to each area of P+ tab (14) and N+ tab (18), and/or N electrode (16).

An octavus -9 view shows the stratified fine structure of the fourth operation gestalt of the artificial retina element of this invention. In order to distinguish from other operation gestalten of this invention, this operation gestalt is called MMRI-4E for convenience, and (8a) shows it. MMRI-4E (8a) shows the configuration of the flat cube which the angle and the edge were rounded off and was built by the detailed size. This element consists of four micro photodiode subunits (10ax2 and 10bx2). Each micro photodiode subunit (10a or 10b) of MMRI-4E (8a) serves as PiN or a NiP element by any of the sensitization side are turned to light (12). For example, as shown in a view 9, since P+ tab (14) faces the incident light (12), a front left micro photodiode (10a) acts as a PiN subunit. On the contrary, since N+ tab (18) faces the incident light (12), a front right micro photodiode (10b) acts as a NiP subunit. It will be easily understood for \*\*\*\* Japanese common chestnut \*\*\*\*\* and a micro photodiode subunit (10a) in MMRI-4E (8a) that the N+ tab (18) comes to face an incident light, therefore acts as a NiP element. Similarly, a \*\*\*\*\* case, the P+ tab (14) comes to face an incident light, therefore a micro photodiode subunit (10b) acts as a PiN element.

In an octavus -9 view, it is MMRI-4E (8a) further. In a fundamental form, it turns out that four transparent positive (P) electrodes (13) are arranged on four P+ tab (14) sides by the side of the upper limit of MMRI-4E (8a), and a soffit (it is cautious of the structure of the soffit of two back micro photodiode subunits not being in sight in a view 9). Preferably, these transparence P electrodes (13) are built with P doped polysilicon, and are generated by CVD, and vacuum evaporation is carried out on P+ tab (14). MMRI-4E (8a) -- moreover, four transparent negative (N) electrodes (16) arranged on four N+ tabs (18) are included Preferably, these transparent N electrodes (16) are built with N doped polysilicon, and are generated by CVD, and vacuum evaporation is carried out on the interior angle section of N+ tab (18).

Or it can also build with the suitable arbitrary material which the vacuum evaporation of P electrode (13) and the N electrode (16) can be carried out to a thin transparent layer, and conducts current again. Although arbitrary combination or compounds of gold, chromium, aluminum, iridium and platinum, or such material are contained as this kind of an electrical conducting material, it is not limited to them.

A filter layer (20) is arranged on P electrode (13). These filter layers (20) are preferably built with multilayer dielectric coating, and it transparence P electrode (13) Passes through them, and also lets only the light (400nm or 740nm) pass to P+ tab (14) front face. A filter layer (22) is arranged on N electrode (16). Similarly these filter layers (22) are preferably built with multilayer dielectric coating, and it transparent N electrode (16) Passes through them, and also



they let only infrared light (740nm or 900nm) pass to N+ tab (18) front face. The tunica propria (15) is automatically formed in the bottom of each P+ tab (14) between P+ tab (14) and N- type silicon substrate (25). N+ tab layer (18) generates by performing the ion implantation of additional N- type Lynn into N- type silicon substrate (25). The channel stop (24) for separating the subunit of a micro photodiode mutually electrically is generated by the ion implantation of P- type boron around each MMRI-4E subunit (10ax2, 10bx2). A channel stop material (24) outside is surrounded by N- type silicon substrate (25b).

If it is in the operation gestalt of this invention shown in an octavus -9 view, the width of face and depth of MMRI-4E (8a) are the same size, and are for 10 or 50 microns. Moreover, height is 25% of the size of width of face and depth, and 50%. a contact pad -- with the configuration of a flat cube, when MMRI-4E (8a) is transplanted into the bottom space of a retina, either by the side of two flat sensitization of MMRI-4E (8a) can be turned to an incident light (12) in preference MMRI-4Es (8a) is depth, and can also build greatly building width of face small to about 1 micron to about 1000 microns. Moreover, depth does not need to be the same as width of face. Furthermore, the height of MMRI-4E can be made into width of face and 1% of depth, and 500%. If it is in the operation gestalt of octavus-9 view, the N type substrate (25 and 25b) of MMRI-4E has an ohmic resistance value between 50 and 2000 ohm-cm<sup>2</sup>. However, the N type substrate (15 and 25b) of MMRI-4E can have an ohmic resistance value between 1 ohm-cm<sup>2</sup> and 100000 ohm-cm<sup>2</sup>.

The desirable design value of the current output of each MMRI-4E subunit micro photodiode (10a or 10b) is 1 or about 5000 nAs according to incidence lighting (12). However, also let the range of 0.01nA to 200000nA(s) be a suitable value. MMRI-4E (8a) can correct electric generating power greatly or small by changing each thickness, therefore transparency of P electrode (13) and/or N electrode (16).

A view 10 and the inset of the 10th view are drawings explaining manufacture of desirable MMRI-4s (8). The first-stage story of manufacture of MMRI-4s begins from N type 1-0-0 silicon wafer with a thickness of 8 microns for the diameter of 3 inches. This wafer (30) fixes the circumference to a 4 inch wafer (34) with a thickness of about 500 microns using the pin (32) of titanium. As shown in the inset of a view 10, they are two or more N. - The group (8) of the island of the square of type is surrounding N- type substrate (25b) by the ion implantation of both sides to P- type boron channel stop (24).

Shell separation is carried out and, finally MMRI-4s comes. Channel stop (24)

it drives with heat so that it may pass along \*\* and the whole thickness of a wafer (30) with a diameter of 3 inches -- having -- island (of each square -- the column of four squares of N- type silicon wafer (25) is divided into every 8) Each \*\* is 11 microns and the column (25) of each square is separated from the column (25) of the square which the same MMRI-4(8) adjoins by 1-micron P- type channel stop (24). Each \*\* of a square island (8) is 21 microns including the channel stop (24) obtained as a result. The island (8) of these squares is mutually separated by 1-micron N- type silicon substrate (25b). By EKUSHIMA laser, the hole (36) of alignment can open through a 3 inch wafer (30). By these holes (36), the alignment of a manufacture mask becomes easy from any [ of a 3 inch wafer (30) ] side.

P+ tab (14) shown in a view 7 is N about the ion of P- type boron. - A himself is devoted into the column (25) of the square of type, and it is generated by carrying out thermal diffusion. Two P+ tabs (14) are formed in each \*\* of the island (8) of the square of MMRI-4, and it is arranged mutually at a vertical angle. Between N type silicon substrates, the tunica propria (15) is automatically formed as P+ tab (14) of a square column (25). N+ tab (18) is additional N. - It is generated by driving in the ion of Lynn of type into the column (25) of the square of N- type silicon substrate from a P+ tab (14) and opposite side, and carrying out thermal diffusion. Gold, After making it act as an obstruction which is made to carry out the vacuum evaporations of the layer (14a) of chromium or titanium, promotes adhesion, and blocks light again in the interior angle section of all P+ tabs (14) and N+ tabs (18), The vacuum evaporations of a wrap P-doped polysilicon electrode (13) and the N-doped polysilicon electrode (16) is carried out for each on P+ tab (14) and N+ tab (18) in P+ tab (14) and 10% of N+ tab (18) front face. Although the 3 inch wafer (30) of a view 10 is still being fixed on the 4 inches support wafer (34) Here, the vacuum evaporations of the multilayer dielectric coating (22) to which it is moved to a vacuum deposition chamber, the vacuum evaporations of the multilayer dielectric coating (20) which carries out the band pass of the light (400 to 740 nm) on P+ tab (14) within this chamber is carried out, and the band pass of the infrared light is carried out on N+ tab (18) is carried out.

Next, a 3 inch wafer (30) is \*\*\*\*\* (ed) and it is re-fixed on a 4 inch support wafer. Again, after carrying out the vacuum evaporations of the glue line and the optical block layer (14a) of gold, chromium, or titanium, the vacuum evaporations of the multilayer dielectric coating (22) which carries out the band pass of the infrared light (740 to 900 nm) to multilayer dielectric coating (20) which carries out the band pass of the light (400 to 740 nm) on P+ tab (14) and N+ tab (18), respectively is carried out.

As shown in a view 10, the final 3 inch wafer (30) with which the island (8) of the square of MMRI-4 was built is removed from a 4 inch support wafer (34) here. Next, a 3 inch wafer (30) re-pastes a 4 inch wafer (34) with water and



soluble adhesives. In order to separate the island (8) of MMRI-4 mutually, EKUSHIMA laser is used and the lobation of X and the direction of Y is built.

However, the island (8) of MMRI has still been pasted up on the support wafer (34) with adhesives. Next, a wafer assembly (30 and 34) is put into a water solvent, and adhesion is dissolved. The island (8) of the square of MMRI is collected, washed and dried from an aqueous solution using a standard filtration process. Ultrasonic energy is used for the island (8) of collected MMRI-4, and it is short-time \*\*\*\*\* in a glassware. This angle and edge where it stirred and MMRI-4s (8) sharpened according to the process are rounded off slightly. The last element which might be shown in MMRI-4s (8) of a view 7 is washed again, are collected, are sterilized, and in order to transplant into an eye further, they are put into the basis of a semisolid with living body compatibility, or a liquid.

A view 11 shows MMRI-4s (8) transplanted to the desirable monolayer position in the bottom space of a retina (82). Each position of many layers of the eye from the inside of the eye in the stella lentis hyaloidea to the outside of an eye is shown in drawing. That is, these are all put together and an entoretina layer (66) consists of a vine-like layer outside internal boundary film (50), nerve fiber layer (52), stratum-gangliosum (54), and inner vine-like layer (56) inner-core layer (58) (60), outer core stratum compactum (62), and a photoreception layer (64). It is arranged between MMRI-4s (the retinal pigment epithelium (68) from which 8) constitutes an entoretina layer (66) and an outside retina layer (72), and Bruch's membrane (70). There are a choroid (76) which has a choroid capillary board (72) and the choroid vasculature (74), and a sclera (80) which constitutes outside covering of an eye in the exterior of an outside retina layer (72).

A view 12 shows MMRI-4s (8) in the position of other operation gestalten arranged near the nerve fiber layer (52) on the internal boundary film front face (50) of a retina. In this position, MMRI-4s (8) is embedded into the sheet (44) of living body compatibility by flexibility. This sheet can expose both the flat sensitization side of each MMRI-4s (8). Although induction of the artificial visual sense is carried out even if it stimulates a retina nerve fiber layer (52) electrically through an internal boundary film front face (50) by MMRI-4s (8), the quality of the image generated is not so good as what stimulates a retina and is formed from the bottom space of a retina (82) shown in a view 11. Each position of many layers of the eye from the inside of the eye in the stella lentis hyaloidea to the outside of an eye is shown in the view 12. That is, these are all put together and an entoretina layer (66) consists of a vine-like layer outside internal boundary film (50), nerve fiber layer (52), stratum-gangliosum (54), and inner vine-like layer (56) inner-core layer (58) (60), outer core stratum compactum (62), and a photoreception layer (64). A retinal pigment epithelium (68) and Bruch's membrane (70) constitutes an outside retina layer (72). There are a choroid (76) which has a choroid capillary board (72) and the choroid vasculature (74), and a sclera (80) which constitutes outside covering of an eye in the exterior of an outside retina layer (72).

if it is in other operation gestalten of the MMRI component of this invention as shown in a view 16 [ 13 to ] -- every -- both two dielectric filter layers embedded into MMRI are visible light-transmission types (210 222), or a pigeon also boils them again and they are IR light-transmission types (310 322) Instead of using contest polysilicon for these electrodes, the electrode of these elements (202, 204, 302, 304) is built with gold, and vacuum evaporation is carried out by the standard "wafer bumping" method of the industry. However, aluminum or platinum can also be used instead of gold. Each electrode is formed in the letter structure of a salient pasted up on an aluminum contact pad (214, 224, 314, 324) of this. Next, all the front faces of each golden salient electrode (202, 204, 302, 304) are being worn only except for the tip section by the insulating layer (208, 226, 308, 326) of diacid-ized silicon or a silicon nitride. The height of a salient electrode is made higher than an opposite side at one side of an element, and is set to 1 micrometer or 195 micrometers by the 5-micrometer or 200-micrometer, and low side (204 304) by the high side (202 302). Thus, if built, the element of these each will form two groups. That is, it is an element ("MMRI-IPV") reacted to the light shown by (1) and (200). It is HPE (302) to a positive side (305b) at the element ("MMRI-IPIR") to which a high salient electrode (HPE) (202) reacts to the (negative N) side (205b) at the thing by which a low salient electrode (LPE) (204) comes to the (positive P) side (205a) again, and IR light shown by (2) and (300). LPE (304) comes to \*\* and a negative side (305a).

As shown in a view 18 [ 17 to ], these two units (200), i.e., MMRI-IPV, and MMRI-IPIR (300) can also be existed as a combination unit (MMRI-IPVIR-A) which consists of one MMRI-IPV (200) and one MMRI-IPIR (300) as shown in (400). The same direction is pointed out to HPE (202) of MMRI-IPV (200), and HPE (302) of MMRI-IPIR (300) at one side of MMRI-IPVIR-A. The same direction opposite to HPE (202 302) is pointed out also to LPE (204) of MMRI-IPV (200), and LPE (304) of MMRI-IPIR (300) by the opposite side of MMRI-IPVIR-A.

As shown in a view 21, MMRI-IPVIR-A (400) is arranged in the bottom space of a retina (82), and it is used in order to stimulate the retina used as the layer in which a photoreception layer denaturalizes completely and the bipolar stratum compactum (58a) or an inner vine-like layer (56) adjoins the bottom space of a retina (82). The inner vine-like layer of "the channel of light" known as \*\*\*\* "B" (56b), Since it is distant from the bottom space of a retina (82) as



compared with the shape's of an inner vine of "an illegal channel" known as \*\*\*\* "A" (56a), a HPE electrode (202 302) Coming to contact alternatively the synapse of "the channel of light" in \*\*\*\* "B" (56b), LPEs (204 304) comes to contact alternatively the synapse of "the illegal channel" in \*\*\*\* "A" (56a). By such composition, a stimulus of the light depolarizes alternatively, as negative current is generated by HPE (202), the optical channel in a sub-layer "B" is activated, and a stimulus of IR light carries out hyperpolarization alternatively, and it becomes possible to inhibit the optical channel in \*\*\*\* "B" by it, as positive current is generated by HPE (302). As a stimulus of IR light depolarizes alternatively and negative current is generated by LPE (304), the illegal channel in \*\*\*\* "A" is activated, and a stimulus of the light carries out hyperpolarization alternatively, and this composition enables it to inhibit the illegal channel in \*\*\*\* "A" by it, as positive current is generated by LPE (204) again.

If it is in other 1 operation gestalten as shown in the 12th and 22 view, MMRI-4(8) and the transplant called for convenience reversed-polarity MMRI-IPVIR-A, and MMRI-IPVIR-ARs (8c) are embedded into the sheet (44) of the living body compatibility to which the electrode side of an element can be exposed.

As shown in a view 12, the sheet (44) with which MMRI-4(8) was embedded is placed on the internal boundary film front face (50) of a retina from a vitreous-humour side. MMRI-4s (8) will stimulate the nerve fiber layer (52) and/or ganglion cell (54) of a retina from this position.

As shown in a view 22, in MMRI-IPVIR-ARs (8c), those electrodes penetrate a nerve fiber (52) and the fiber paragraph stratum compactum (54), enter in the field of the optical channel layer (56b) of the sub-layer "B" of an inner vine-like layer (56), and the illegal channel layer (56a) of a sub-layer (A), stimulate these layers alternatively, and carry out induction of the visual feeling. The reversed polarity of MMRI-IPVIR-ARs (8c) at the time of comparing with MMRI-IPVIR-As (400) of a view 21 is a sub-layer "A" (56a).

the effect of IR luminous stimulus which depolarizes the illegal channel of a sub-layer "A" (56a) (activation) is maintained carrying out hyperpolarization (suppression) of the effect of the visible luminous stimulus which depolarizes the optical channel of a sub-layer "B" (56b) while carrying out hyperpolarization (suppression) of the \*\*\*\* channel (activation), and the optical channel of a sub-layer "B" (56b) -- it is required for a sake Change, i.e., the hyperpolarization, and depolarization of polarization do not exert the same effect as the effect in Sub-layer B and area A of IPL on residual photoreceptor cells in the bottom space of a retina. the bottom space of a retina -- in a hyperpolarization stimulus, the feeling of light is generated to residual photoreceptor cells, and \*\*\*\*\* and a depolarization stimulus generate illegal feeling to residual photoreceptor cells

Although a view 14 [ 13 to ] shows the fifth operation gestalt of this invention, this is called "MMRI-IPV for convenience, has a detailed size, and is shown by (200). MMRI-IPV (200) is the unit which became independent physically, and has the stratified fine structure as shown in a view 14. At this operation gestalt, MMRI-IPV (200) shows the configuration which is the flat cube with which the angle and the edge were rounded off, and is a negative high salient electrode ("HPE") (202) and the negative low salient electrode (LPE") which is positive electrically (204) electrically.

It \*\*\*\*. According to which [ by the side of the two sensitization, i.e., P, and N (205a) (205b) ] is stimulated by the light (206), MMRI-IPV (200) functions as PiN or a NiP element, when stimulating the entoretina. MMRI-IPV (200) contains the following layers towards a soffit from a upper limit. That is, it is the negative HPE electrode (202) preferably built with gold. The nose of cam of a HPE electrode (202) is removed, and it is a wrap SiO<sub>2</sub> about the N side (205b). Insulating layer (208), The multilayer dielectric filter which lets only the light (400nm - 740nm) pass (210), The gold for establishing electric contact between N+ layer (212), and negative HPE (202) and N+ layer (212), The contact pad built with either aluminum, titanium and chromium and its compound (214), The tunica propria automatically formed between N- type silicon-substrate layer (216), N- type silicon-substrate layer (216), and the following P+ layer (220) (218), The multilayer dielectric filter which lets only the light (400nm - 740nm) pass (222), It is the contact pad (224) built with either the gold for establishing electric contact of a positive low salient electrode (LPE) (204) electrically with P+ layer (220), aluminum, titanium and chromium and its compound. The insulating layer (226) of SiO<sub>2</sub> removes the nose of cam of a LPE electrode (204), and is a wrap about the P side (205a).

Although a view 16 [ 15 to ] shows the sixth operation form of this invention, this is called "MMRI-IPIR for convenience, has a detailed size, and is shown by (300). Like illustration, MMRI-IPIR (300) is the unit which became independent physically, and has the stratified fine structure [ as ] shown in a view 16. With this operation form, MMRI-IPIR (300) shows the configuration which is the flat cube with which the angle and the edge were rounded off, and has electrically a positive high salient electrode ("HPE") (302) and the positive low salient electrode (LPE") which is negative electrically (304). According to which [ by the side of the two sensitization, i.e., N, and P (305a) (305b) ] is stimulated by infrared light (306), MMRI-IPIR (300) functions as PiN or a NiP element, when stimulating an inner retina. MMRI-IPIR (300) contains the following layers towards a soffit from a upper limit. That is, it is the positive HPE electrode (302) preferably built with gold. The nose of cam of a HPE electrode (302) is removed. the P side





(305b) The insulating layer of a wrap SiO<sub>2</sub> (308), The multilayer dielectric filter which lets only IR light (740nm - 900nm) pass (310), The gold for establishing electric contact between P+ layer (312), and positive HPE (302) and P+ layer (312), The contact pad built with either aluminum, titanium and chromium and its compound (314), The peculiar layer (318) automatically formed between P+ layer (320) and the following N- type silicon-substrate layer (316), N+ layer (320), IR light (740nm - 900nm)

It is the contact pad (324) built with either the gold for establishing electric contact of a negative low salient electrode (LPE) (304) electrically with the multilayer dielectric filter (322) and N+ layer (320) which let a chisel pass, aluminum, titanium and chromium and its compound. SiO<sub>2</sub> An insulating layer (326) removes the nose of cam of a LPE electrode (304), and is a wrap about the N side (305a).

Although a view 18 [ 17 to ] shows the seventh operation form of this invention, this is called "MMRI-IPVIR A for convenience, has a detailed size, and is shown by 400. This consists of one MMRI-IPV (200) and one MMRI-IPIR (300) which were separated in the layer (350) of a channel block. The stratified fine structure of a MMRI-IPV component (200) is shown in the left-hand side of drawing, and this is explained first. MMRI-IPV (200) shows the configuration of the half of a flat cube where the angle and the edge were rounded off, and is a negative high salient electrode ("HPE") (202) electrically.

And it has a positive low salient electrode (LPE") (204) electrically. MMRI-IPV (200) contains the following layers towards a soffit from a upper limit. That is, it is the negative HPE electrode (202) preferably built with gold. The nose of cam of a HPE electrode (202) is removed. the N side (205b) The insulating layer of a wrap SiO<sub>2</sub> (208), The multilayer dielectric filter which lets only the light (400nm - 740nm) pass (210), The gold for establishing electric contact between N+ layer (212), and negative HPE (202) and N+ layer (212), The contact pad built with either aluminum, titanium and chromium and its compound (214), N- type silicon-substrate layer (216), the peculiar layer automatically formed between N- type silicon-substrate layer (216) and the following P+ layer (220) (218), It is [ the multilayer dielectric filter (222) and P+ layer (220) which let only the light (400nm - 740nm) pass, and ] a positive low salient electrode (LPE) (204) electrically.

It is the contact pad (224) built with either the gold for establishing \*\* electric contact, aluminum, titanium and chromium and its compound. The insulating layer (226) of SiO<sub>2</sub> removes the nose of cam of a LPE electrode (204), and is a wrap about the P side (205a). The stratified fine structure of the MMRI-IPIR component (300) of MMRI-IPVIR-A (400) is shown in the right-hand side of drawing, and this is explained below. the configuration of the half of a flat cube where, as for MMRI-IPIR (300), the angle and the edge were rounded off -- being shown -- electric -- a positive high salient electrode ("HPE") (302) -- and it has a negative low salient electrode (LPE") (304) electrically MMRI-IPIR (300) contains the following layers towards a soffit from a upper limit. That is, it is the positive HPE electrode (302) preferably built with gold. The nose of cam of a HPE electrode (302) is removed, and it is a wrap SiO<sub>2</sub> about the P side (305b). Insulating layer (308), The multilayer dielectric filter which lets only IR light (740nm - 900nm) pass (310), The gold for establishing electric contact between P+ layer (312), and positive HPE (302) and P+ layer (312), The contact pad built with either aluminum, titanium and chromium and its compound (314), The peculiar layer automatically formed between P+ layer (320) and the following N- type silicon-substrate layer (316) (318), N+ layer (320), the multilayer dielectric filter which lets only IR light (740nm - 900nm) pass (322), It is the contact pad (324) built with either the gold for establishing electric contact of a negative low salient electrode (LPE) (304) electrically with N+ layer (320), aluminum, titanium and chromium and its compound. SiO<sub>2</sub> An insulating layer (326) removes the nose of cam of a LPE electrode (304), and is a wrap about the N side (305a).

Although a view 20 [ 19 to ] shows the eighth operation form of this invention, this is called "MMRI-IPVIR B for convenience, has a detailed size, and is shown by 400. This consists of one MMRI-IPV (200) and one MMRI-IPIR (300) which were separated in the layer (350) of a channel block. The stratified fine structure of a MMRI-IPV component (200) is shown in the left-hand side of drawing, and this is explained first. MMRI-IPV (200) shows the configuration of the half of a flat cube where the angle and the edge were rounded off, and is a negative high salient electrode ("HPE") (202) electrically.

And it has a positive low salient electrode (LPE") (204) electrically. MMRI-IPV (200) contains the following layers towards a soffit from a upper limit. That is, it is the negative HPE electrode (202) preferably built with gold. The nose of cam of a HPE electrode (202) is removed. the N side (205b) The insulating layer of a wrap SiO<sub>2</sub> (208), The multilayer dielectric filter which lets only the light (400nm - 740nm) pass (210), The gold for establishing electric contact between N+ layer (212), and negative HPE (202) and N+ layer (212), The contact pad built with either aluminum, titanium and chromium and its compound (214), N- type silicon-substrate layer (216), the peculiar layer automatically formed between N- type silicon-substrate layer (216) and the following P+ layer (220) (218), The multilayer dielectric filter which lets only the light (400nm - 740nm) pass (222), It is the contact pad (224) built with either the gold for establishing electric contact of a positive low salient electrode (LPE) (204) electrically with P+ layer



(220), aluminum, titanium and chromium and its compound. The insulating layer (226) of SiO<sub>2</sub> removes the nose of cam of a LPE electrode (204), and is a wrap about the P side (205a). The stratified fine structure of the MMRI-IPVIR component (300) of MMRI-IPVIR-B (500) is shown in the right-hand side of drawing, and this is explained below. the configuration of the half of a flat cube where, as for MMRI-IPVIR (300), the angle and the edge were rounded off -- being shown -- electric -- a positive high salient electrode ("HPE") (302) -- and it has a negative low salient electrode (LPE") (304) electrically MMRI-IPVIR (300) contains the following layers towards a soffit from a upper limit. That is, it is the positive HPE electrode (302) preferably built with gold. The nose of cam of a HPE electrode (302) is removed. the P side (305b) The insulating layer of a wrap SiO<sub>2</sub> (308), The multilayer dielectric filter which lets only IR light (740nm - 900nm) pass (310), The gold for establishing electric contact between P+ layer (312), and positive HPE (302) and P+ layer (312), The contact pad built with either aluminum, titanium and chromium and its compound (314), The peculiar layer automatically formed between P+ layer (320) and the following N- type silicon-substrate layer (316) (318), N+ layer (320), the multilayer dielectric filter which lets only IR light (740nm - 900nm) pass (322), It is the contact pad (324) built with either the gold for establishing electric contact of a negative low salient electrode (LPE) (304) electrically with N+ layer (320), aluminum, titanium and chromium and its compound. The insulating layer (326) of SiO<sub>2</sub> removes the nose of cam of a LPE electrode (304), and is a wrap about the N side (305a).

A view 21 shows MMRI-IPVIR-As (400) transplanted to the desirable monolayer position in the bottom space of a retina (82). The high salient electrode (HPEs) (202) of the subtractive polarity which came out of a part for the light sensor of a micro photodiode stimulates the optical channel in the sub-layer B (56b) of an inner vine-like layer (IPL) (56). (For illegal detection) Excessive polar HPEs (302) which came out of a part for IR light sensor of a micro photodiode inhibits the optical channel in the sub-layer B (56b) of IPL (56). (For illegal detection) LPEs (304) of the subtractive polarity which came out of a part for IR light sensor of a micro photodiode stimulates the illegal channel in the sub-layer A (56a) of IPL (56). LPEs (204) of the hyperpolarization which came out of a part for the light sensor of a micro photodiode inhibits the illegal channel in the sub-layer A (56a) of IPL (56). Each position of many layers of the eye from the inside of the eye in a back pole to the outside of an eye is shown in drawing showing in graph the retina which denaturalized partially. namely, the inner vine-like layer (56) which consists of an internal boundary film (50), a nerve fiber layer (52), a ganglion-cell layer (54), a sub-layer b (56b), and a sub-layer a (56a) -- and -- partial -- denaturation -- it is an inner core layer (58a) the bottom MMRI-IPVIR-A (400) -- partial -- denaturation -- it is arranged the bottom between an inner retina layer (66a) and a retinal pigment epithelium (68) and Bruch's membrane (70) \*\*\*\* and these layers are put together and an outside retina layer (72) is constituted. There are a choroid capillary board (74), a choroid (76), and a sclera (80) in the exterior of an outside retina layer (72). Or component MMRI-IPVs shown in a view 16 [ 13 to ] instead of and MMRI-IPVIRs, or MMRI-IPVIR-Bs of a view 20 [ 19 to ] is also transplantable into the bottom space of a retina (82). [ MMRI-IPVIR-A (400) ]

A view 22 shows MMRI-IPVIR-ARs (8c) of the ninth operation form of this invention arranged on the internal boundary film front face (50) of a retina. if it is in this operation form -- MMRI-IPVIR-ARs (8c) -- every -- it is embedded into the sheet (44) of living body compatibility by the flexibility to which both front faces and projection electrodes with the optical activity of MMRI-IPVIR-ARs (8c) can be exposed The high salient electrode (HPEs) (302a) of the subtractive polarity in the opposite side of an IR sensitivity (for illegal detection) micro photodiode enters into the illegal channel in the sub-layer A (56a) of an inner vine-like layer (IPL) (56), and stimulates illegal feeling.

Excessive polar HPEs (202a) in the opposite side for a light sensor of a micro photodiode is IPL (56). It enters into \*\*\*\*\* A (56a), and an illegal channel is inhibited. The low salient electrode of the subtractive polarity in the opposite side for a light sensor of a micro photodiode (LPEs)

(204a) enters into the sub-layer B (56b) of IPL (56), and stimulates an optical channel. Excessive polar LPEs (304a) in the opposite side for IR light sensor of a micro photodiode enters into the sub-layer B (56b) of IPL (56), and inhibits an optical channel. Each position of many layers of the eye from the inside of the eye in a back pole to the outside of an eye is shown in drawing showing in graph the retina which denaturalized partially. namely, the inner vine-like layer (56) which consists of an internal boundary film (50), a nerve fiber layer (52), a ganglion-cell layer (54), a sub-layer b (56b), and a sub-layer a (56a) -- and -- partial -- denaturation -- it is an inner core layer (58a) the bottom The inner retina layer (66a) which all of these layers were put together and denaturalized partially is constituted. A retinal pigment epithelium (68) and Bruch's membrane (70) is put together, and an outside retina layer (72) is constituted. There are a choroid capillary board (74), a choroid (76), and a sclera (80) in the exterior of an outside retina layer (72). If it is in the operation form of a subset, it is MMRI-IPVIR-ARs (8c).

It can create as MMRI-IPVIRs of opposite polarity which is MMRI-IPVs and the component of opposite polarity which are \*\*\*\*\*, and can also embed into the sheet (44) of living body compatibility by the flexibility to which both front faces and projection electrodes with the optical activity of MMRI-IPV of each opposite polarity and MMRI-IPVIR of opposite polarity can be exposed.



A view 23 is an outline diagram of a corresponding image formation retina stimulus system (AIRES), and shows the projection which is the subsystem of the component and the trace optical system (PTOS) head set (94), the nerve net computer (NNC) (96), the image formation CCD camera (IMCCD) (100), and the input stylus pad (ISP). In the interior of PTOS (94), it is the pupil reaction trace CCD (PRTCCD).

(98) And there is IR light / a light CRT display (IRVCRT) (92). MMRI-4s (8) is shown in the bottom space of a retina of an eye (90). During a function, it is optically projected on IR and the visible light figure to which it comes from IRVCRT (92) inside PTOS (94) on an eye (90). The intensity of an image, the persistence time of wavelength, and pulsation are controlled by NNC (96), and are modulated by a patient's input through ISP (102) which interfaced. IMCCD (100) attached into on a PTOS head set (94) is NNC (96) about an image input.

It passes, and it supplies and NNC programs visible and IR image output of IRVCRT (92). In a PTOS head set (94), it is PRTCCD (98).

It is included in \*\*\*\*\* and the movement of an eye is pursued by change of the position of a pupil pull KINE reaction. PRTCCD (98) outputs to NNC (96), and by servo-motor control, NNC turns IMCCD (100) to a target and follows the movement of an eye. PTOS (94) is also programmable to carry out the interaction only of the IR lighting which spread on MMRI-4s (8) to a surrounding visible light figure (104) again.

Detailed operation of an AIRES system is explained below. The patient with MMRI-4s (8) which a large number transplanted looks at the image which consists of pixels obtained by the hyperpolarization of the local retina produced by PiN composition of MMRI-4 subunit (10a). These images by which induction was carried out electrically are produced by the light from the image (104) of the circumference which enters and passes by the partial reflection nature of the exterior of PTOS (94) along a partial penetrable mirror (106). Induction of the image of an illegal detail is carried out with the subtractive-polarity current produced by NiP composition of MMRI-4 subunit (10b) which receives a stimulus of IR lighting supplied by IRVCRT (92) and/or an image. IRVCRT (92) is programmed to superimpose on the visible light figure (104) acquired from the light which supplies spreading IR lighting and/or IR image, and enters by NNC (96). The image information for NNC (96) is acquired from IMCCD (100) which interfaced. IR lighting which spreads from IRVCRT (92) carries out induction of the "bias current" always depolarized from the NiP subunit (10b) of MMRI-4. Illegal feeling is generated when there is no stimulus of light [ as opposed to a PiN subunit (10a) in this "bias current" ]. However, when the light which stimulates a PiN subunit (10a) exists, the excessive polarity current acquired as a result offsets the subtractive-polarity bias current of NiP in which induction is carried out by IR. Consequently, a patient perceives the feeling of light. IR For the band sensitivity (740nm - 900nm) to which NiP composition (10b) was restricted, environmental IR "a noise" is stopped to the minimum. At first, the amount of the depolarization bias current of NiP is ISP(102)-used by the patient, and is adjusted, and this information is inputted into NNC (96). Next, this information the information and correlation attachment \*\*\*\* by which the image to which it comes from IMCCD (100) which interfaced was processed Suitable NiP based on environmental lighting conditions and an environmental image by this "the amount of bias-current" is "study by NNC (96)"

It is carried out. NNC (96) is NiP "a bias current" required in order to generate the image perceived by the have [ no need that a patient inputs ] more exact patient by additional study.

\*\*\*\* can be expected now.

A full-visible light figure can be projected simultaneous at IR image pulse and a high-speed police box, and can also control the whole function of MMRI-4(B) by IRVCRT (92).

Such at the time of a situation, the mirror (106) which reflects a part of PTOS (94) and penetrates a part is replaced by the perfect reflecting mirror, in order to prevent a surrounding light figure (104) stimulating MMRI-4s (8). By programming the persistence time and frequency of a pulse of IR and a visible light figure, induction of the feeling of the color similar to the effect of Benham's top can also be carried out. This phenomenon is used in order for a black-and-white television to generate the consciousness of a color picture to the man of a normal visual sense.

A or D of a view 24 shows the configuration (94) similar to the glasses of the PTOS component of an AIRES system. Although the outlines of optical system differ the general outline of the PTOS component (94) shown in the view 23, and a little as shown in the 24th D view, the soul and the function of both versions of an element are the same. The 24th A is the plan of PTOS (94). A head pad (108), temple piece (110), and the ambient-light on-the-strength sensor (112) are shown in drawing. the -- 24B view is the front view of PTOS (94) the nose which the exterior supports in drawing -- piece (114), an ambient-light on-the-strength sensor (112), and IMCCD (100) that showed the outline in the 12th view are shown The 24th C view is a side elevation about the interior of PTOS (94). The Light Emitting Diode light source (92) in which internal infrared rays and luminescence of the light are possible is shown in drawing.

This replaces IRVCRT (92) of a view 23. moreover, the mirror (106) which reflects partially and is penetrated partially and the nose to support -- piece (114), the power supply to NNC (96) of the 23rd view, and a signal wire cable (116) It \*\*\*\*. Drawing shows MMRI-4s (8) with the image (104) with which it has been arranged in the bottom space of a



retina of an eye (90), and the surrounding focus was doubled again. Furthermore, the Light Emitting Diode light source (92) in which internal infrared rays and luminescence of the light are possible, PRTCCD (98), and the mirror (106) which reflects partially and is penetrated partially are also shown.

A view 25 is a diagram showing an AIRES structure-of-a-system element, and this system consists of PTOS (94), portable NNC (96) which is fixable to a patient's body, and an ISP (102) input element.

A view 26 is a plan (a detailed decomposition inset is included) of a big wafer including the ninth operation gestalt of the transplant of this invention. This ninth operation gestalt uses a micro photodiode (it is henceforth called "MMRI-OPSISITER-D") as the base. every -- a MMRI-OPSISITER-D micro photodiode (401a) is shown in the decomposition inset of a view 26 -- as -- two micro photodiode subunits (402) -- and (404) it has

A large-sized wafer (405) can be cut and can be made into a smaller wafer type transplant (abbreviation .25 or the 15mm wafer of thousands to an example and 10,000 numbers) (401a), i.e., a MMRI-OPSISITER-D micro photodiode unit, so that it may explain below. Or a large-sized wafer (405) can be cut in the shape of a dice, and it can also consider as a still smaller individual type transplant (transplant between 1 micron containing an example, 1, or 10000 MMRI-OPSISITER-D micro photodiode units (401a), and .25mm). any of a wafer type transplant or an individual type transplant are built -- an imitation -- many and basic structure of a manufacturing process of a MMRI-OPSISITER-D micro photodiode (401a) are the same

The 27th A-E view is a cross-section perspective diagram which accompanied the XXVII-XXVII line of MMRI-OPSISITER-D (401a) of a view 26, and was cut, and shows the manufacturing process and structure of MMRI-OPSISITER-D (401a). the first manufacturing process (the 27A view) -- a photo mask, ion implantation, and the heat drive-in method -- using -- the both sides of N bulk thin shape wafer for starting (405 of a view 26) -- the micro photodiode subunit (402) of MMRI-OPSISITER (401) -- and (404) it is formed the -- in 27A view, a micro photodiode subunit (402) has P+ layer (406), the tunica propria (408), N bulk layer (409), and N+ layer (410) towards a soffit from a upper limit

A micro photodiode subunit (404) has N+ layer (410a), N bulk layer (409a), the tunica propria (408a), and P+ layer (406a). P+ channel block (412) which encloses two micro photodiode subunits (402 and 404) separates them from other MMRI-OPSISITERs on a substrate electrically mutually [ subunits / these / (402 and 404) ].

A view 27 shows the contact pad (418 a-d) of the aluminum which was made to carry out vacuum evaporatio and carried out the heat drive-in on P+ and N+ side (406, 406a, 410, and 410a). The insulating strip (414a and 414b) of silicon diode is carrying out the bridge of these contact pads (418 a-d) between P+ side of each \*\* of MMRI-OPSISITER (401), and N+ side (406, 406a, 410, and 410a).

The 27th C view is a silicon diode insulation strip (414 and 414a).

The vacuum evaporatio of the aluminum conductor (415 and 415a) is carried out on \*\*, and it is lead wire (415). The process which makes the contact pad (418a and 418b) of \*\* aluminum contact, and contacts lead wire (415a) to the contact pad (418c and 418d) of aluminum is shown.

the 27th -- the dielectric filter (422 and 422a) with which D lets infrared rays pass on P+ side (406 and 406a) -- moreover, the process to which the vacuum evaporatio of the dielectric filter (424 and 424a) which lets the light pass on N+ side (410 and 410a) is carried out is shown

The vacuum evaporatio also of the required barrier aluminum layer (417) is carried out on lead wire (415) during manufacture of a dielectric filter (422 and 424). Similarly, the vacuum evaporatio also of the required barrier aluminum layer (417a) is carried out on lead wire (415a) during manufacture of a dielectric filter (422a and 424a). the -- 27E view shows the process of the vacuum evaporatio of the last bridge electrode (420) on barrier aluminum (417), and the vacuum evaporatio of the last bridge electrode (420a) on barrier aluminum (417a) The last bridge electrode (420 and 420a) is built with the combination of arbitrary living body compatibility electrode materials, such as compounds, such as iridium, platinum, gold, aluminum, a ruthenium, a rhodium, palladium, a tantalum, titanium, chromium, molybdenum, cobalt, nickel, iron, \*\*, silver, a zirconium, a tungsten, contests polysilicon, or these oxides, or a living body compatibility electrode material. It is material with oxidization iridium desirable to an electrode (420 and 420a). The MMRI-OPSISITER element (401) equipped with the dielectric filter of the 27th A-C view is shown by the 27D and E view as a MMRI-OPSISITER-D element (401a).

the -- as shown in 27E view, a dielectric light-filter layer (424 422, 422a, and 424a) lets only the band of light where specification differs pass the -- if it is in the operation gestalt shown in 27E view, the dielectric filter layer (422 and 422a) on P+ layer (406 and 406a) lets only IR light pass, and the dielectric filter (424 and 424a) on through and N+ layer (410 and 410a) lets only the light pass If it is in other operation gestalten, two kinds of layers may be made reverse, a visible light filter may be arranged on P+ layer, and IR light filter may be arranged on N+ layer. If it is in the operation gestalt of further others, a filter (422 422a) and a filter (424 424a) have some which let the portion from which the light and infrared light differ pass (an example and Filters 422 and 422a let only a green light pass, and





through and Filters 424 and 424a let only a red light pass).

A MMRI-OPSISITER-D element (401a) is the bottom space (82) of a retina.

It functions as stimulating a shell visual sense (refer to the 11th view). it stated above -- as -- a transplant (401a) -- the shape of a dice -- cutting -- the -- as shown in 27a view, it can be made an individual physical element In the case of such a situation, it injects with a MMRI-OPSISITER-D element (401a) using the basis of a liquid, or it is embedded into a soluble sheet, and is arranged in the bottom space of a retina (82 shows to a view 11) (all were already explained).

As stated above, the large-sized wafer (405) of a view 26 is cut, and width of face does not have .25mm and can make it preferably a small wafer type transplant (.25mm or 2mm) (405a) (refer to the 28th view) 15mm. Preferably, the edge of a transplant (405a) is rounded off as shown in a view 28, it is made slanting, and lessens possibility that the upper nerve fiber layer is keenly bent near the edge of a transplant, and a nervous communicative function falls.

If it does in this way, it will be the entoretina (66) about one or more wafer type transplants (405a).

It is transplantable in the bottom space of a retina (82) between outside retinas (78).

In order to understand operation of each MMRI-OPSISITER-D unit (401a) (an example, thing shown in a view 27), it is necessary to consider how the image of the function of photoreceptor cells and light without the normal injury on in an eye, and darkness is sensed. In a normal retina, more [ inside ] loads of the light are made to carry out photoreceptor cells to negative, and the load of the image of a state without light or darkness is made to carry out photoreceptor cells to negative fewer. If an internal negative load is large, photoreceptor cells will send a signal to a certain related type which is signaling to have sensed light of bipolar cell. If an internal negative load is small, photoreceptor cells will send a signal to the bipolar cell of the mold of related others which is signaling to have sensed darkness (or illegal image). \*\*\*\*\* -- it is connected with each amacrine cell and ganglion cell, and these cells change into a digital signal the analog stimulus of light and darkness which this bipolar cell generated, this digital signal is sent to a brain and the bipolar cell of a mold is processed as visual-sense information

Therefore, as stated above, the current of the polarity which a superior band (an example, light, or its green part for example, light) counters from other electrodes (420a) in one electrode (420) to a certain polar current again whose light which illuminates MMRI-OPSISITER-D (401a) is is generated functionally. On the other hand, polar current with a superior band (the portion from which an example, IR, or the light differs, for example, red light) reverse from an electrode (420 and 420a) (comparing with the polarity of the electrodes 420 and 420a by stimulus of the light in the first situation) is generated functionally [ everything but the light which illuminates MMRI-OPSISITER-D (401a) ]. Especially, the light with which a different band was mixed is formed under the usual lighting conditions. According to the existing superior band, P+ or N+ layer will receive a stronger light, and, as a result, will be strongly stimulated from another side. Therefore, by the basis of some lighting conditions superior of the one band, a certain polar current will be generated, for example from an electrode (420), and polar current which is different from an electrode (420) will be generated under superior lighting conditions in other bands.

the interior of the bottom space of a retina -- MMRI-OPSISITER-D (401a) -- the -- if orientation is carried out as shown in 27E view, light (430) will come from a upper limit An electrode (420) stimulates the electrode of the entoretina (66), as shown in a view 11. This is because this electrode touches this portion of a retina, and directly. With the entoretina, the electrode (420a) which generates the polar current which counters an electrode (420) has turned to reverse, and is useful to the return of the current from an electrode (420). Since MMRI-OPSISITER-D (401a) is the element of a symmetrical form, if orientation of the MMRI-OPSISITER-D (401a) is carried out so that an electrode (420) or an electrode (420a) may turn to the entoretina and the light which enters, the stimulus polarity same in any case as the entoretina will be generated.

For example, in the typical patient of the macular degeneration, the sensitization portion of photoreceptor cells receives or loses an injury, and the remaining photoreceptor cells are left behind behind. the -- the place as MMRI-4s (8) in the bottom space of a retina of a view 11 (82) where an element like MMRI-OPSISITER-D (401a) shown in 27E view is the same -- instead, the photoreceptor cells (64) which are arranged and remain -- contacting If the light (an example, the light, or a part of its spectrum [ a green light ], for example, it is as stated above) of a suitable band stimulates N+ side of an element facing an incident light, the negative load generated by N+ side of this element will carry out induction of the negative large load by the internal portion of the photoreception fabrication which remains, and will generate the feeling of light. In this example, if an internal negative larger load arises in this place, the signal showing the feeling of light will be sent to the bipolar cell which plays the role of transfer of the feeling of light.

the same -- the -- an element like MMRI-OPSISITER-D (401a) shown in 27E view The photoreceptor cells (64) which are instead arranged and remain in the same place as MMRI-4s (8) in the bottom space of a retina of a view 11 of a view 11 (82) are contacted. If the light (an example, IR light, or a part of spectrum [ a red light ], for example, it is as stated above) of a suitable band stimulates P+ side of an element facing an incident light, it is N+ side of this element.



The generated positive load carries out induction of the small negative load by the internal portion of the photoreception fabrication which remains, and generates the feeling of the hue of darkness or darkness. In this example, if a smaller internal negative load arises in this place, the signal showing the feeling of the hue of darkness or darkness will be sent to the bipolar cell which plays the role of transfer of the feeling of the hue of darkness or darkness.

A bridge electrode (420 420a) enables P+ and N+ side to stimulate a retina electrically through the same electrode. This is important at the point which lessens possibility of the injury on the organization by being exposed to current with a possibility of on the other hand flowing only to Mukai for a long time. However, it is thought that very slight current is required for all the systems indicated here, and the current flows in in the bottom space of a retina again. Arrangement of a bridge electrode (420 420a) is only performed as a preventive measure. However, by the bridge electrode, rather than other operation gestalten of this invention, a MMRI-OPISITER-D element becomes possible [ stimulating the zone where a retina is small ], therefore higher resolution is obtained. the -- as shown in 27E view, although thickness is about 10 microns, the thickness can usually change a MMRI-OPISITER-D element (401a) between 3 microns and 1000 microns

As shown in a view 28, the small silicon disc (405a) equipped with the MMRI-OPISITER-D element (401a) transplanted in the bottom space of a retina (82) can usually change the thickness between 3 microns and 1000 microns, although thickness is about 40 microns.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

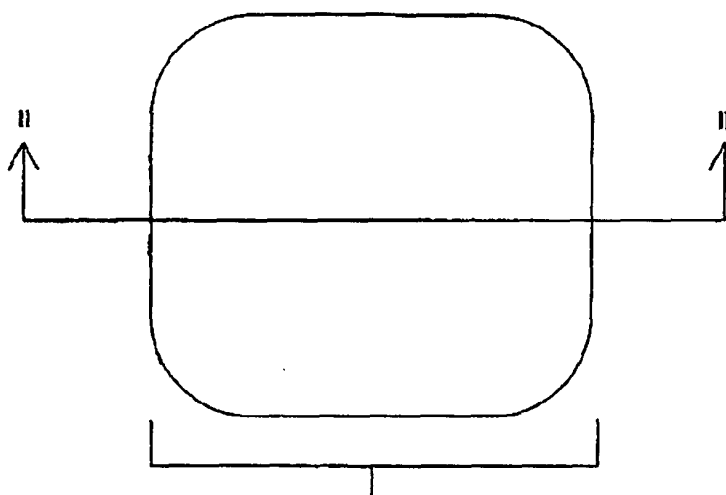
---

DRAWINGS

---

[Drawing 1]

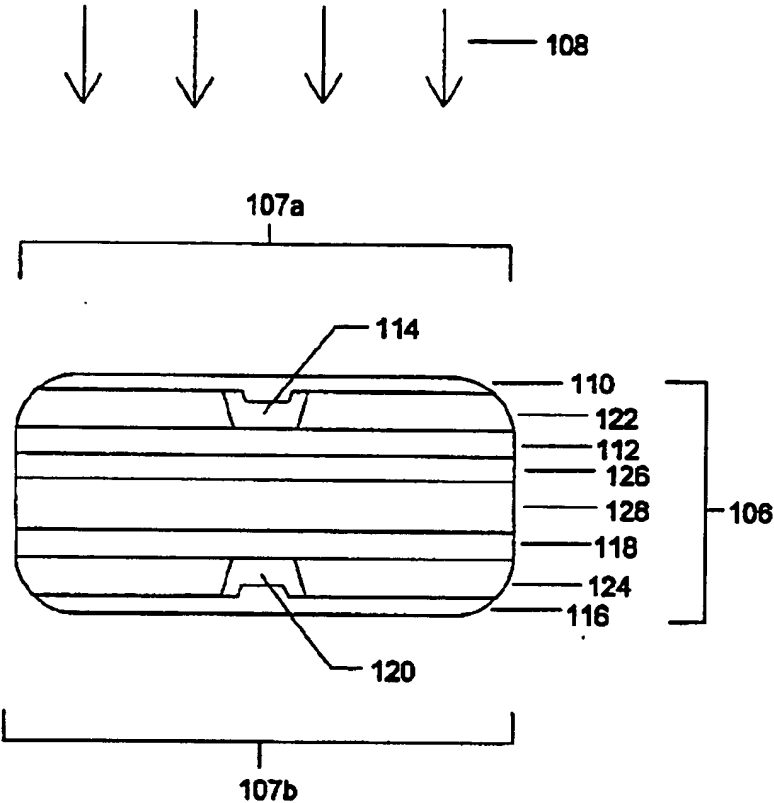
Fig. 1



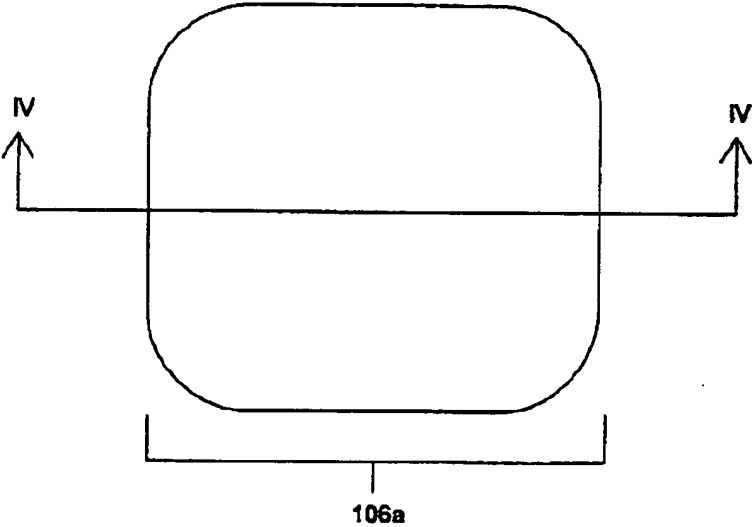
[Drawing 2]



Fig.2



[Drawing 3]  
Fig. 3

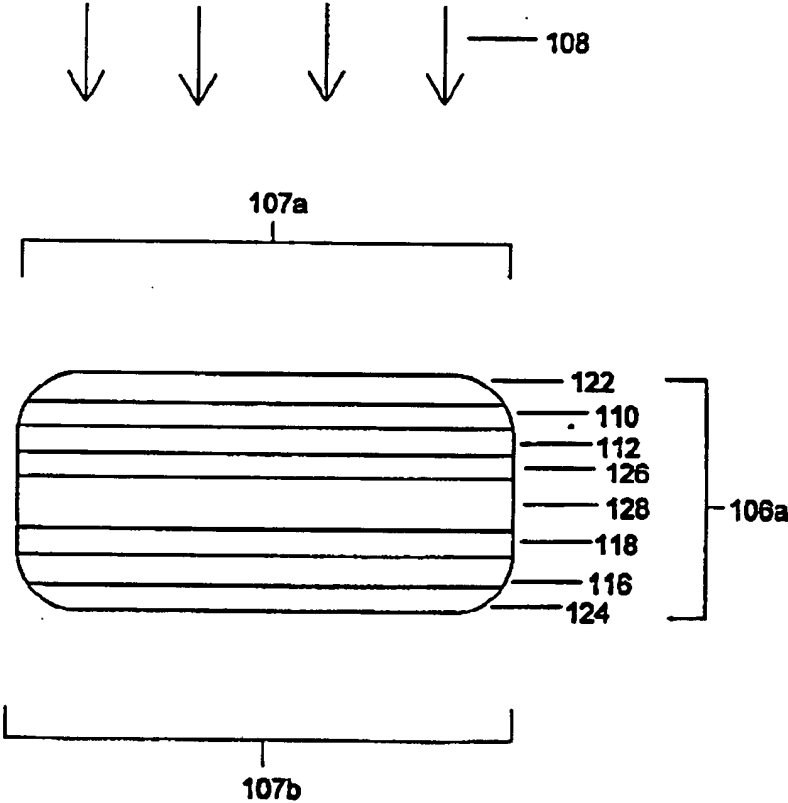


[Drawing 4]





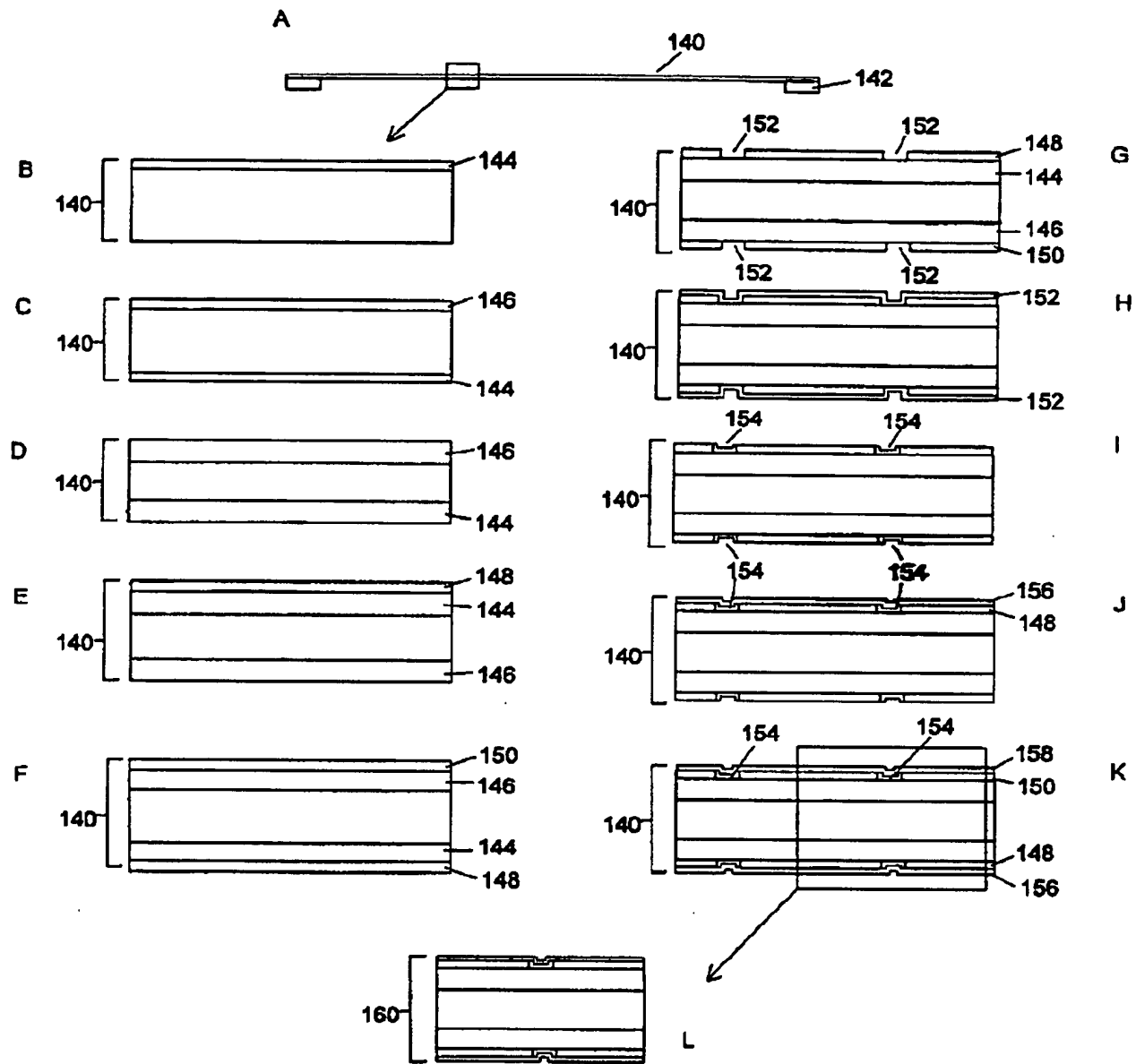
Fig. 4



[Drawing 5]



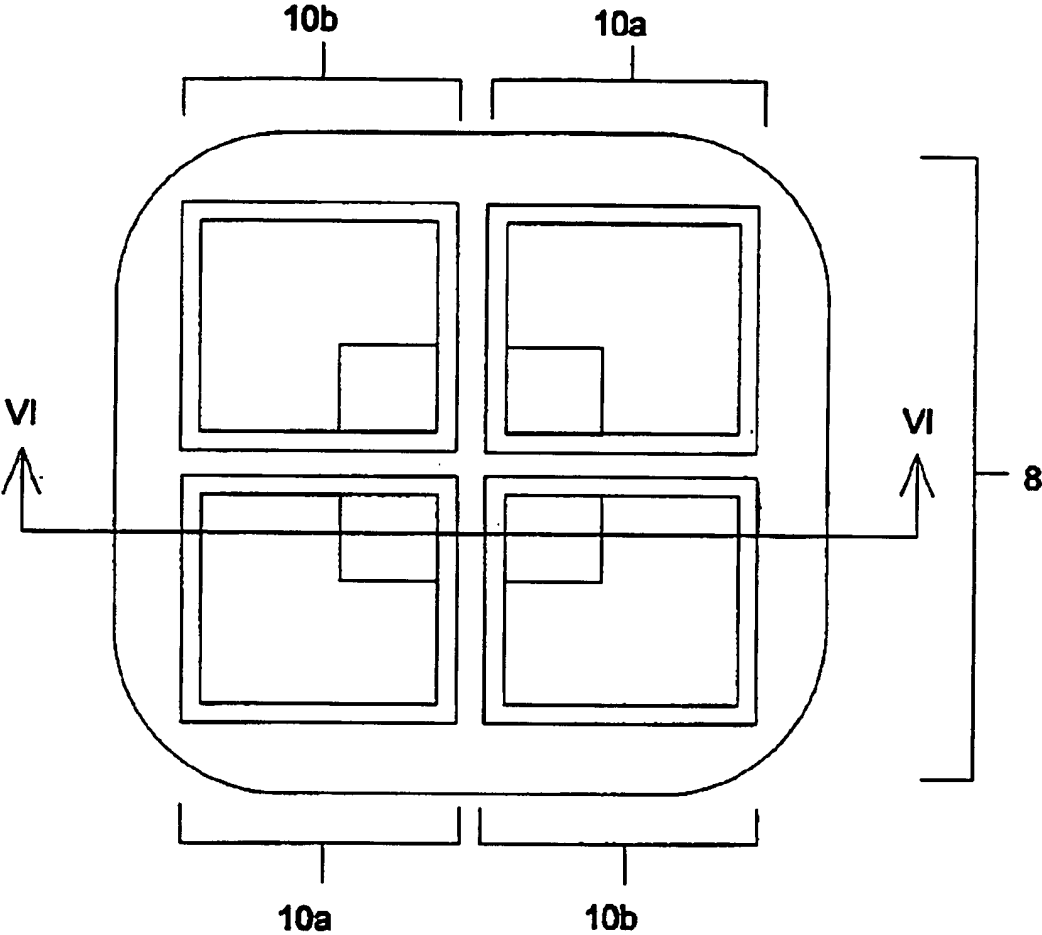
Fig. 5



[Drawing 6]



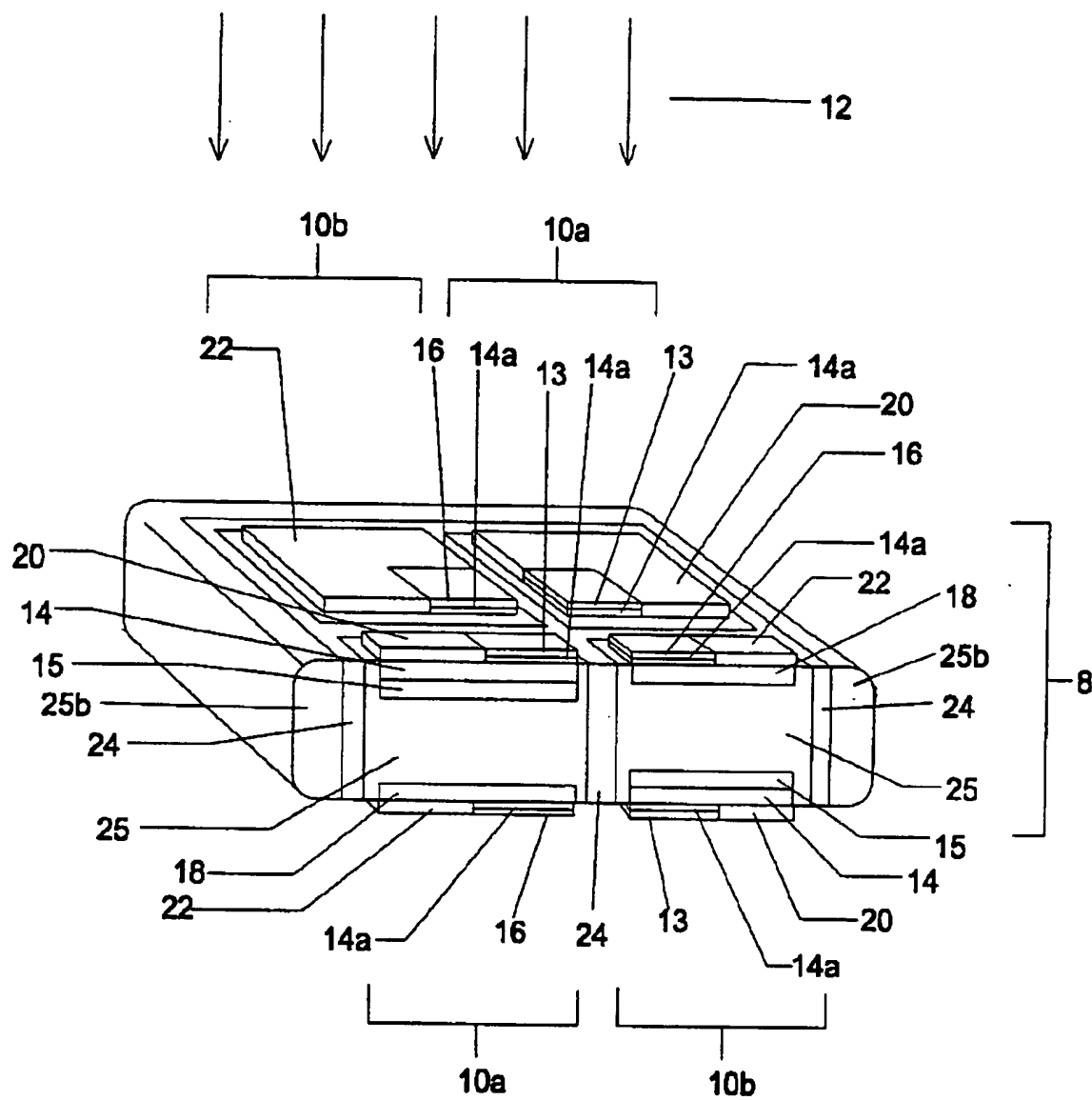
Fig. 6



[Drawing 7]



**Fig. 7**

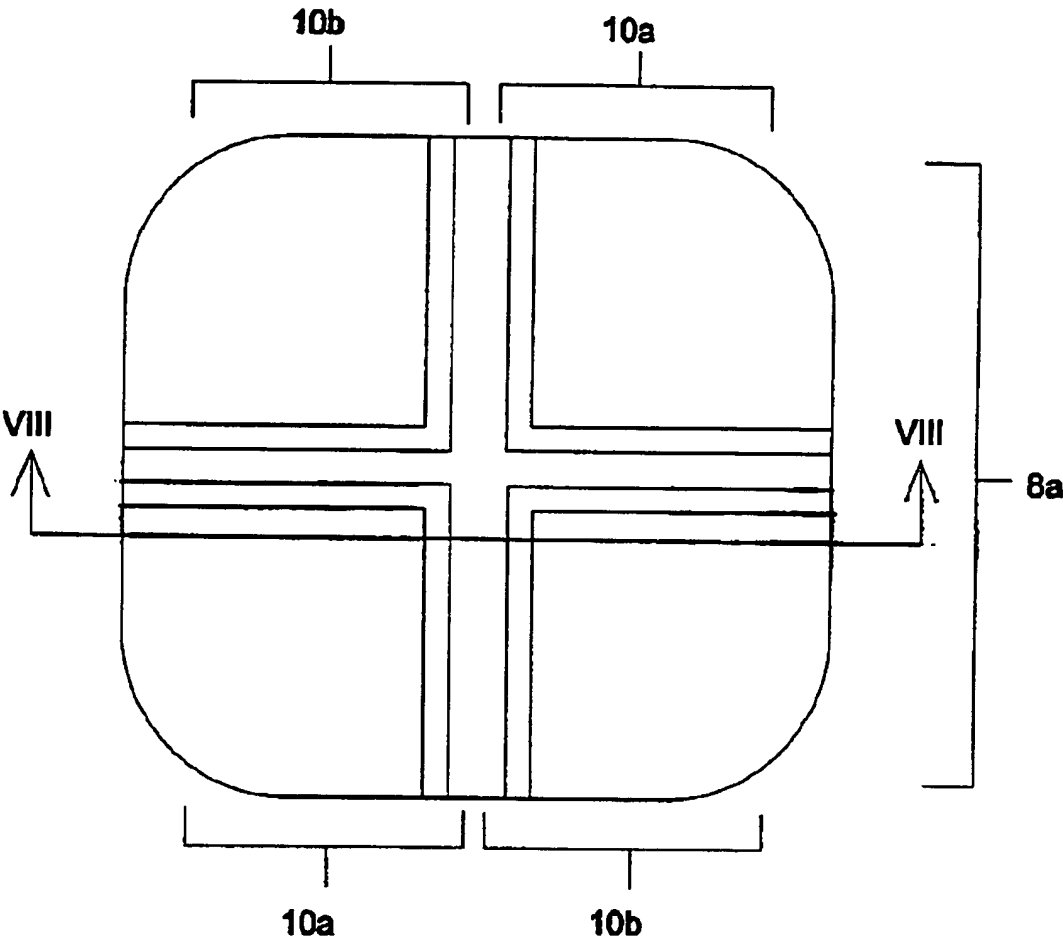


[Drawing 8]





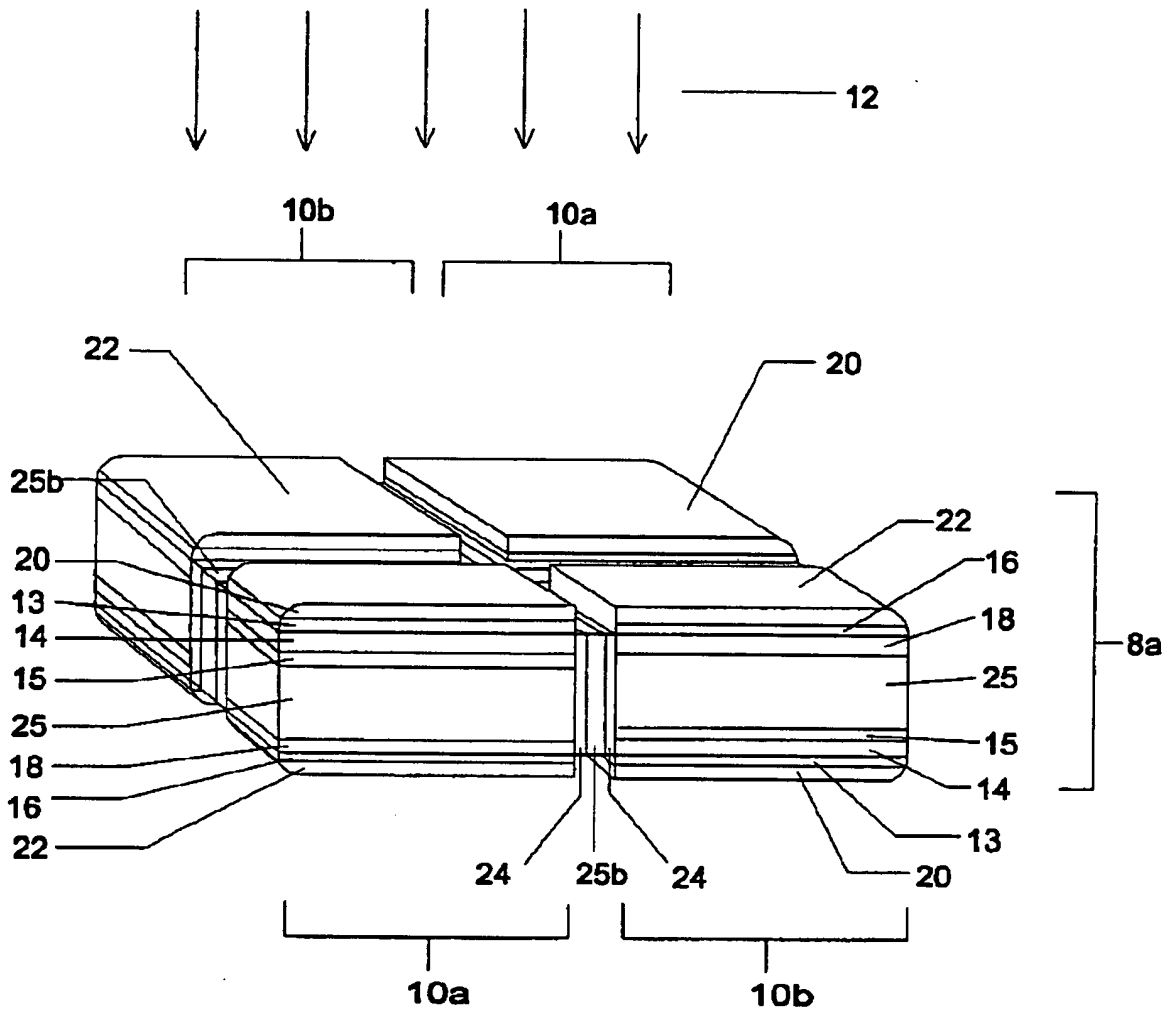
Fig. 8



[Drawing 9]



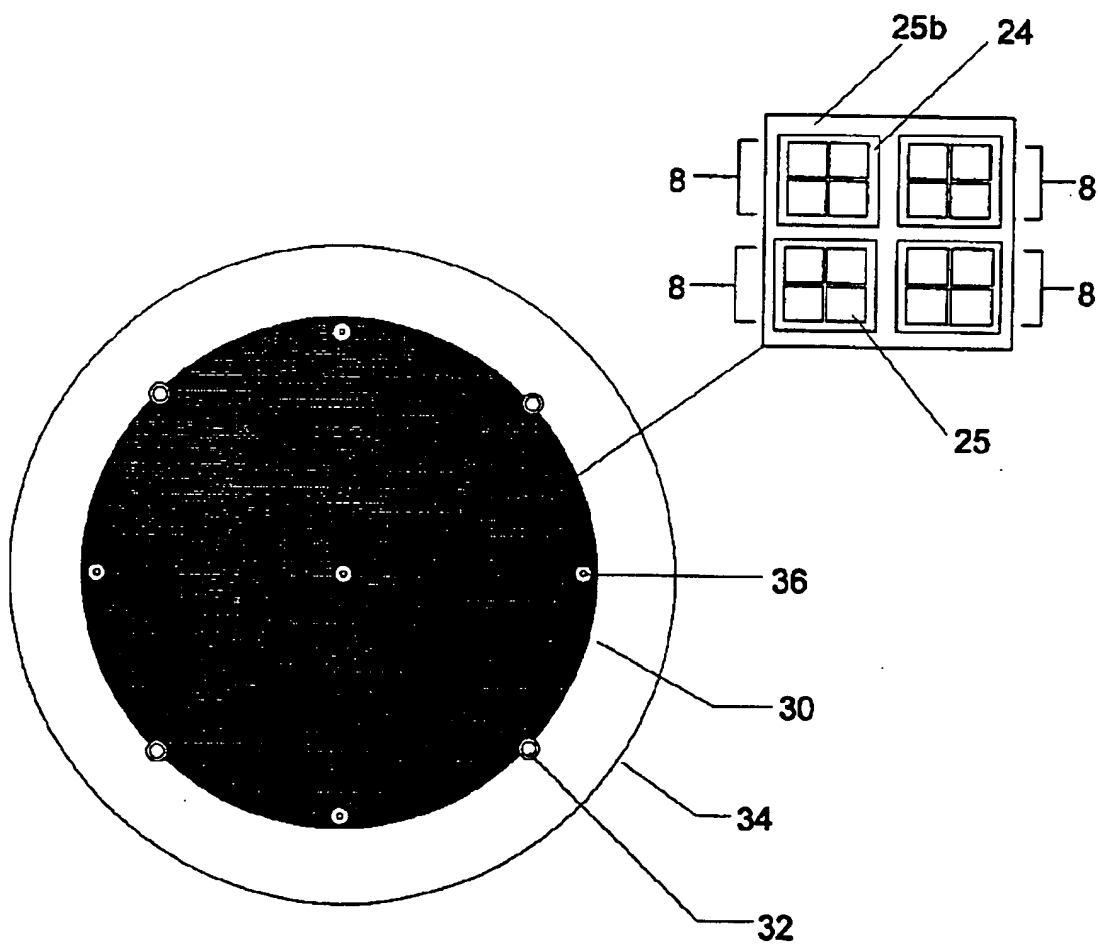
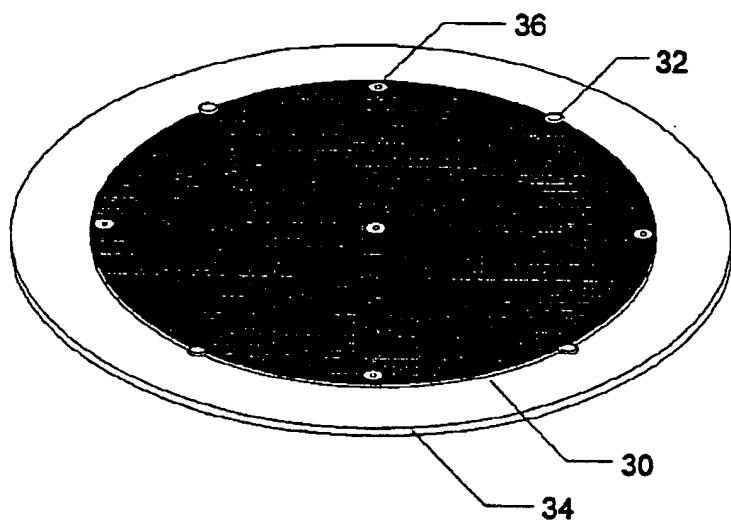
Fig. 9



[Drawing 10]



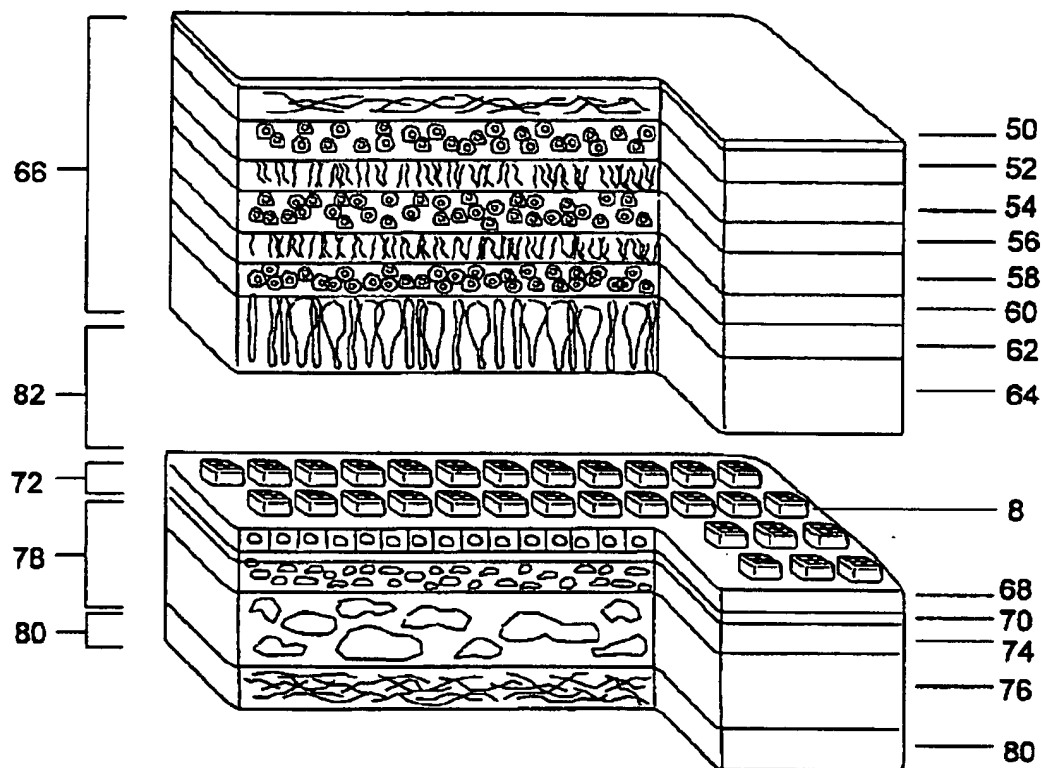
Fig. 10



[Drawing 11]



Fig. 11

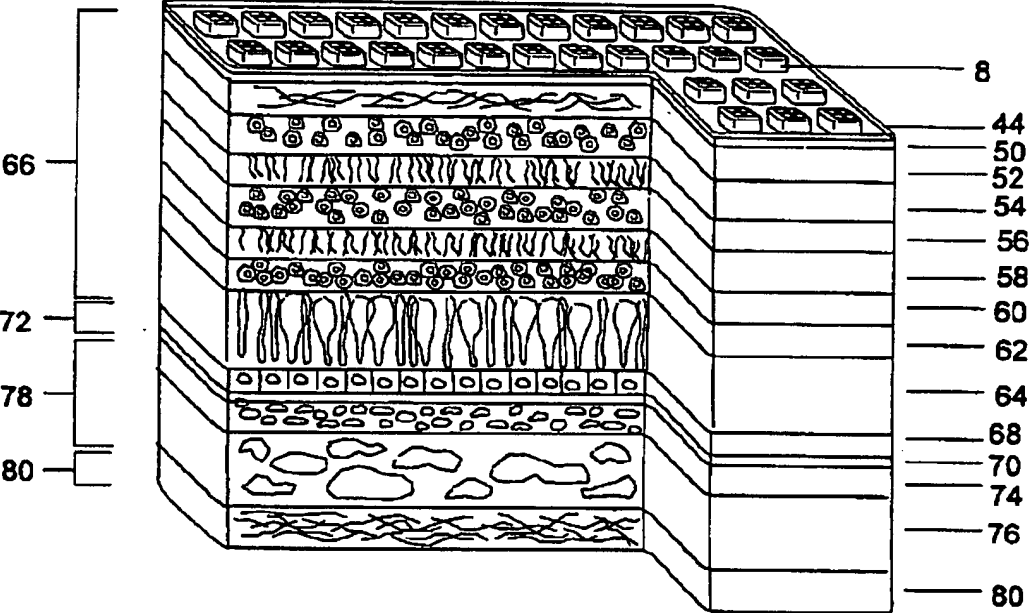


[Drawing 12]

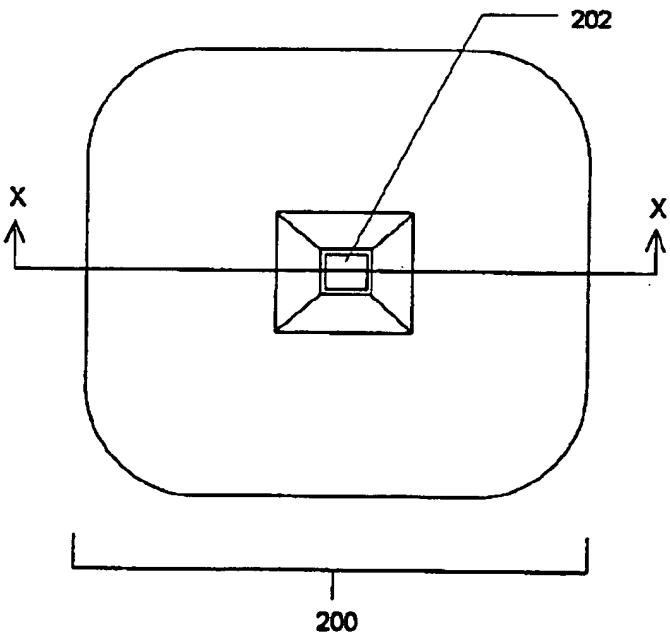




Fig. 12



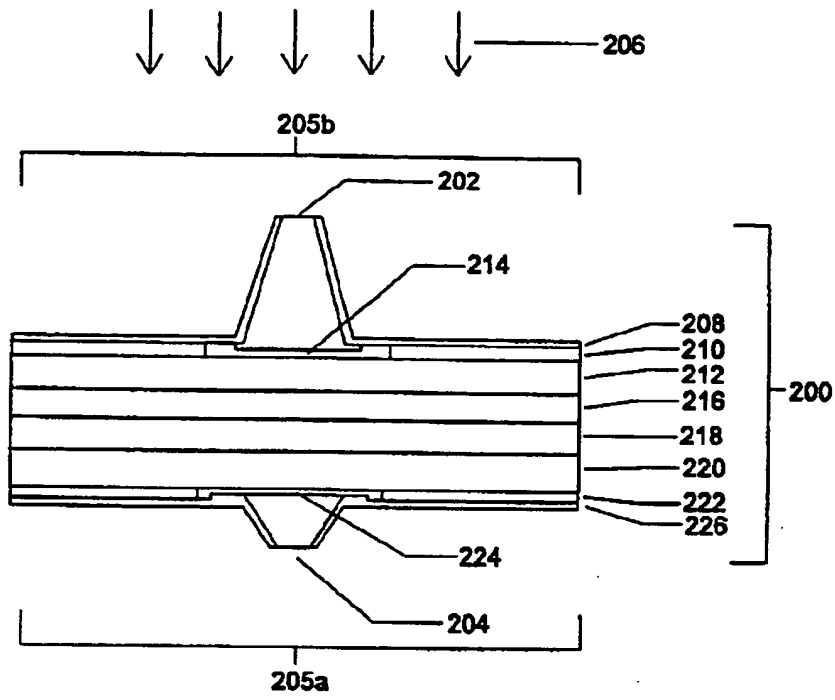
[Drawing 13]  
Fig. 13



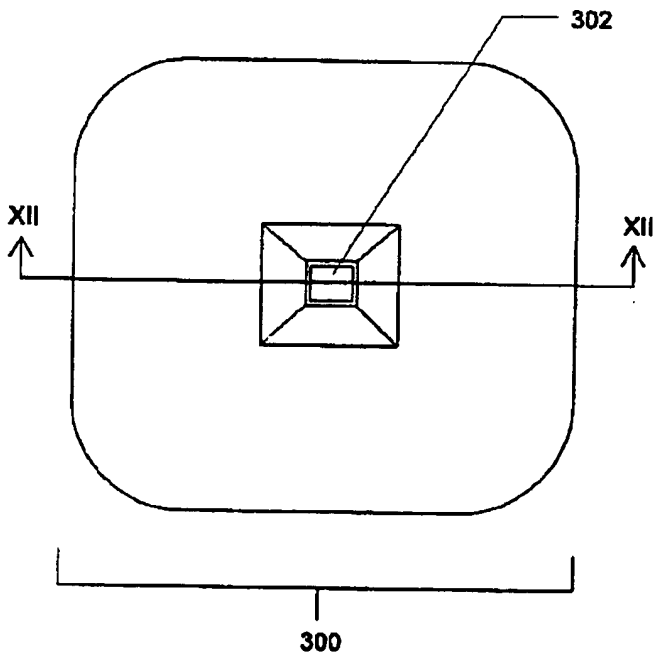
[Drawing 14]



Fig. 14



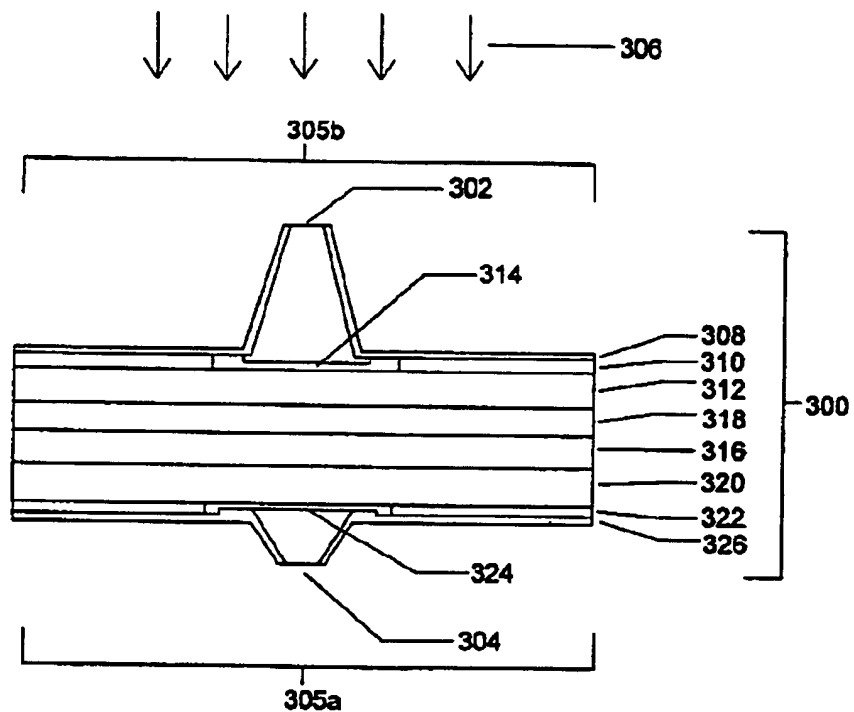
[Drawing 15]  
Fig. 15



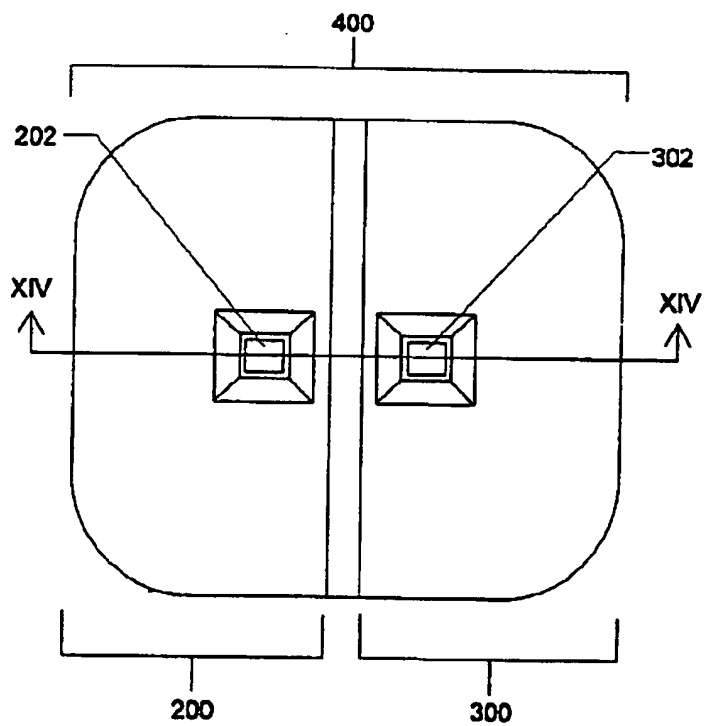
[Drawing 16]



Fig. 16



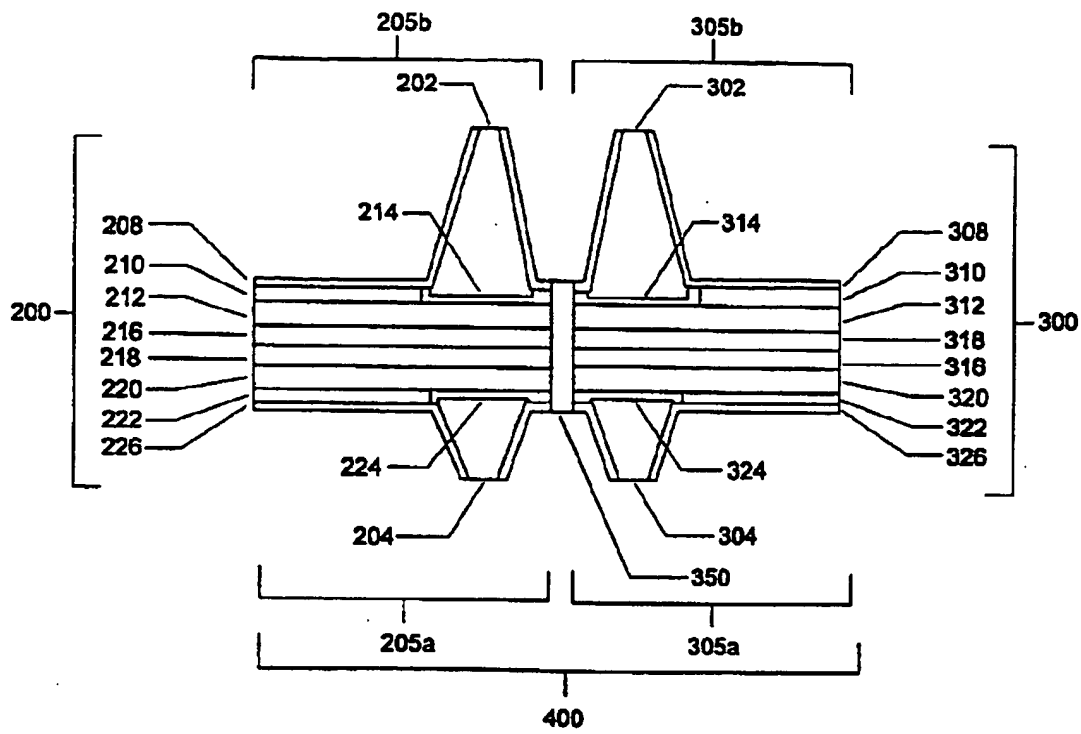
[Drawing 17]  
Fig. 17



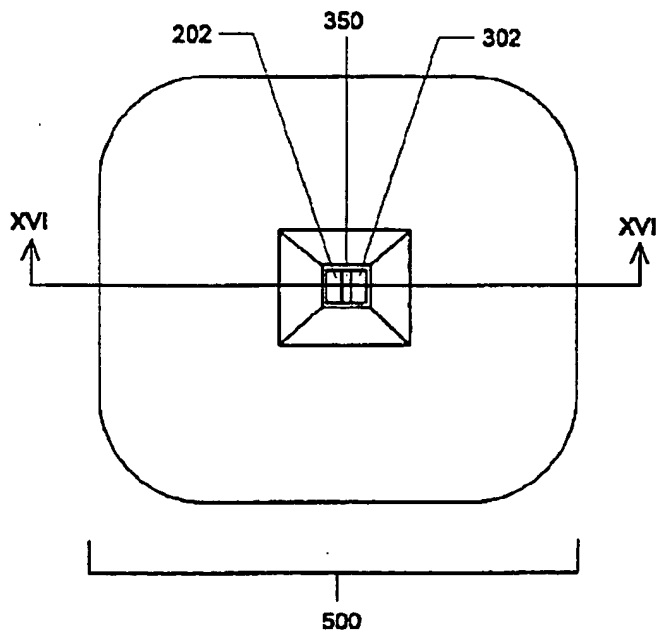
[Drawing 18]



Fig. 18



[Drawing 19]  
Fig. 19

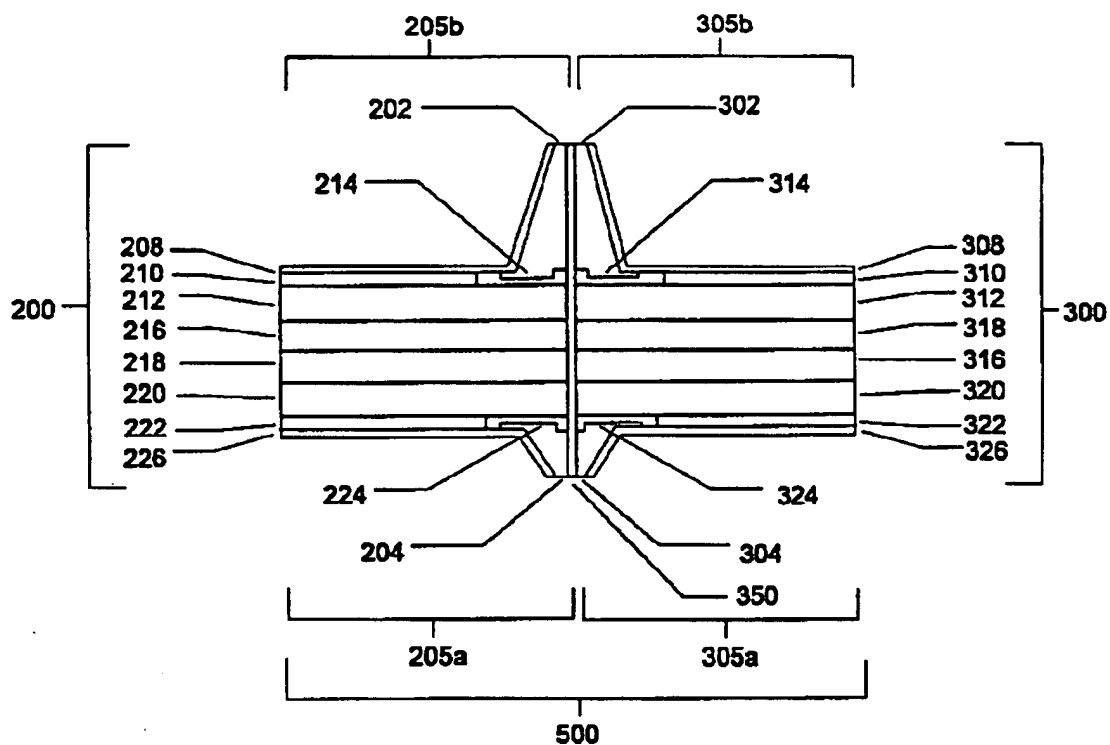


[Drawing 20]

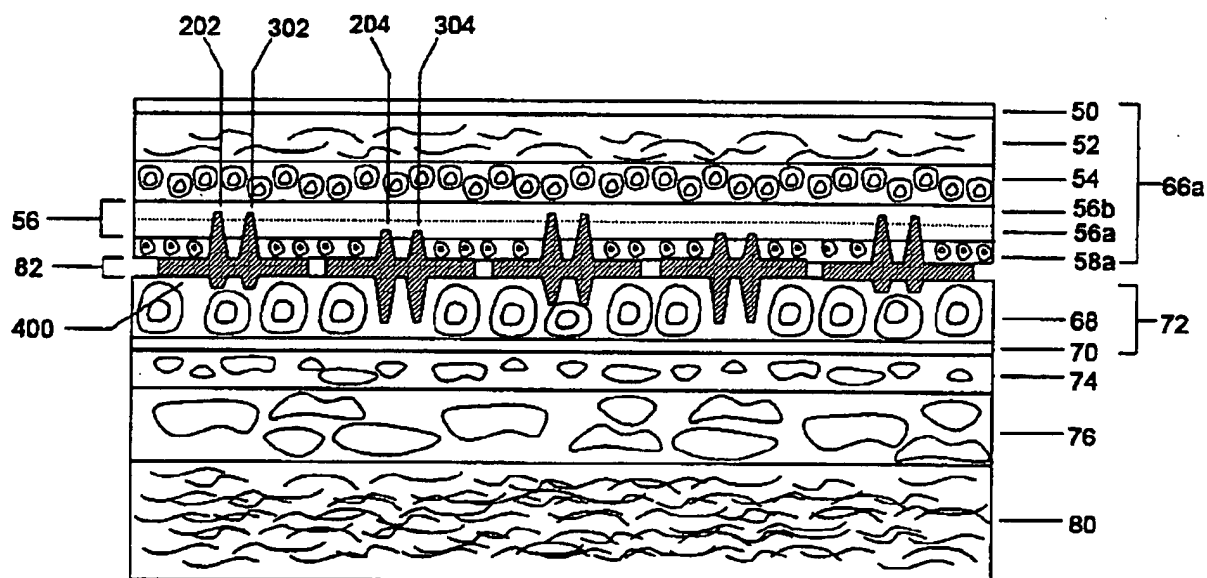




Fig. 20



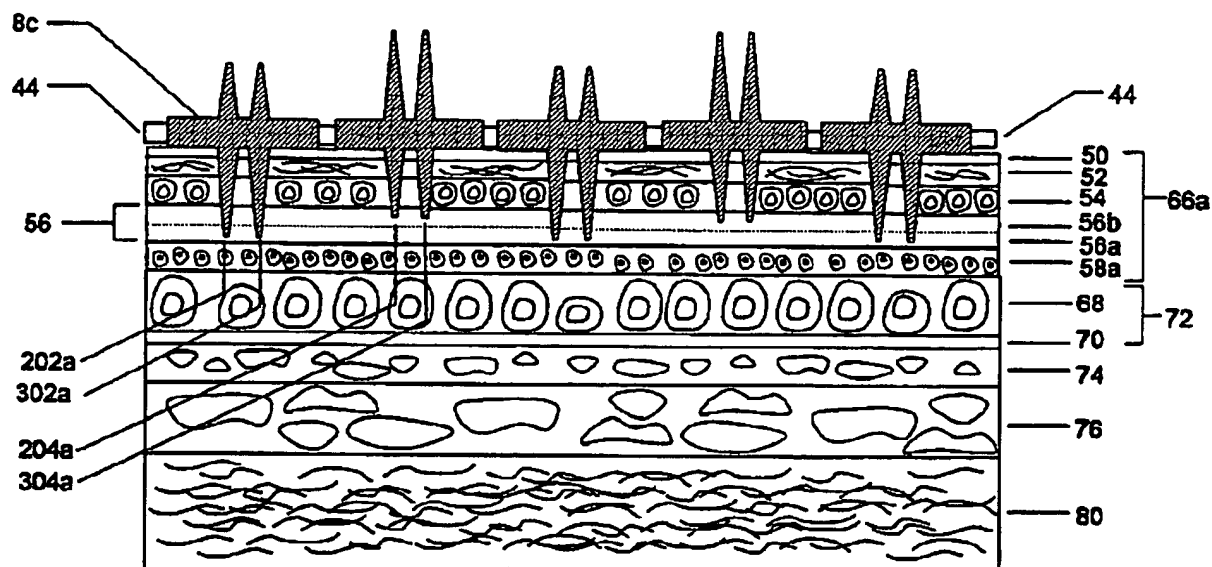
[Drawing 21]  
Fig. 21



[Drawing 22]

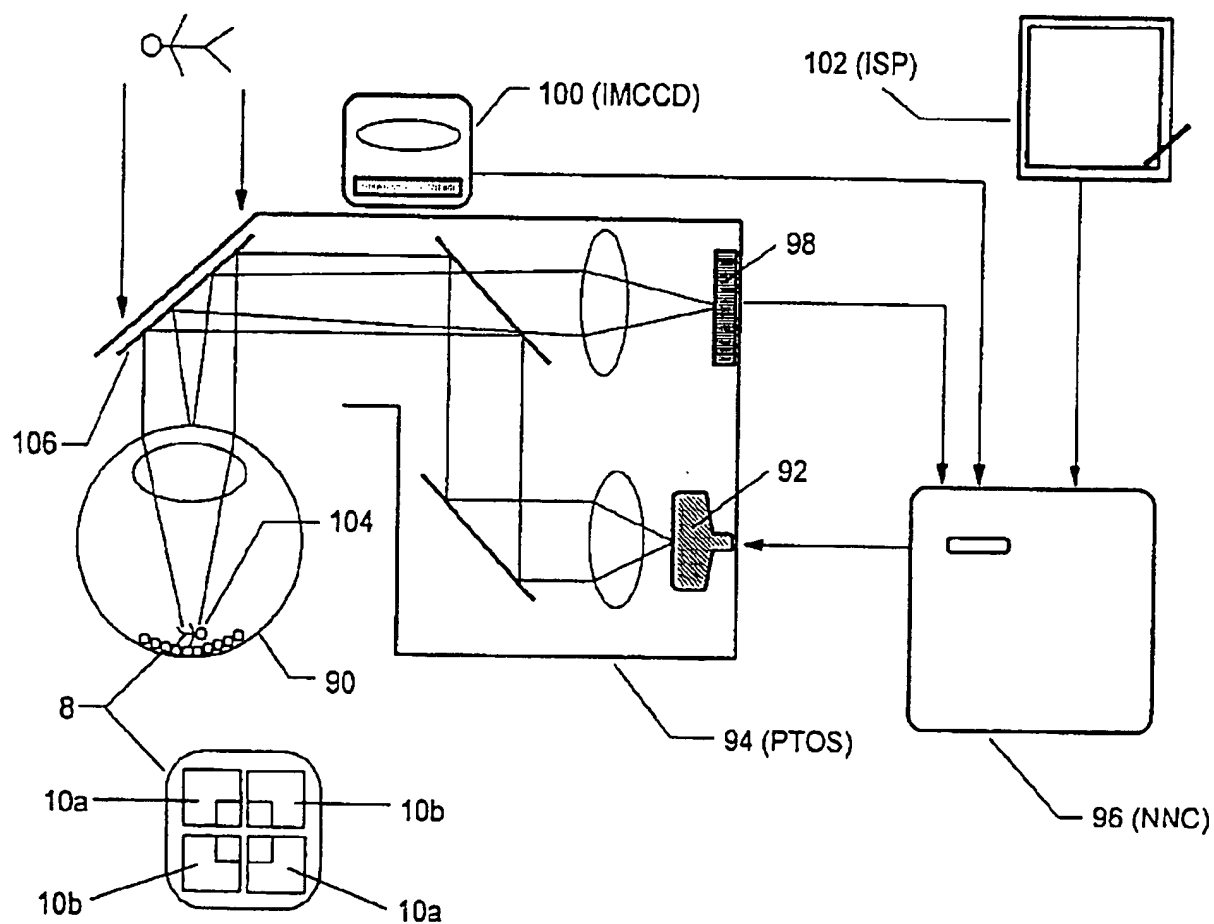


Fig. 22



[Drawing 23]  
Fig. 23

対応する像形成網膜刺激システム (AIRES)





[Drawing 24]

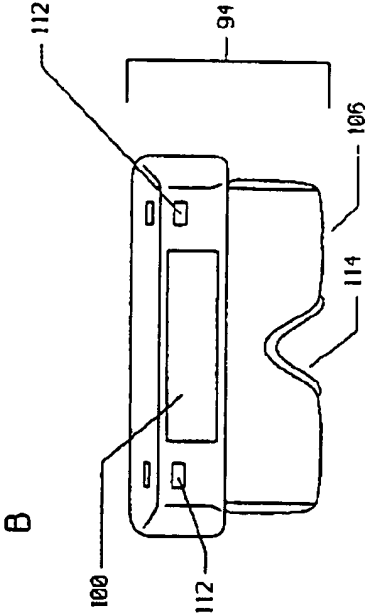
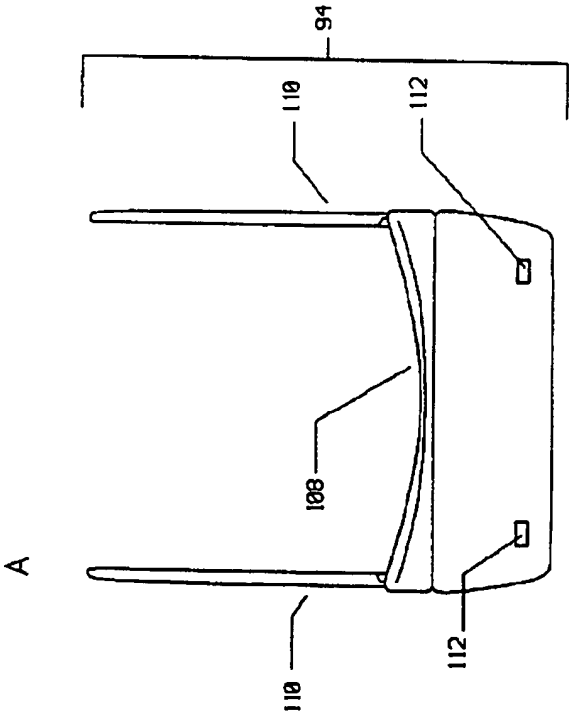
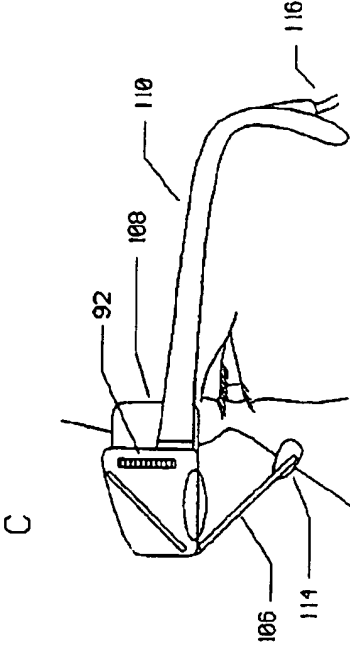
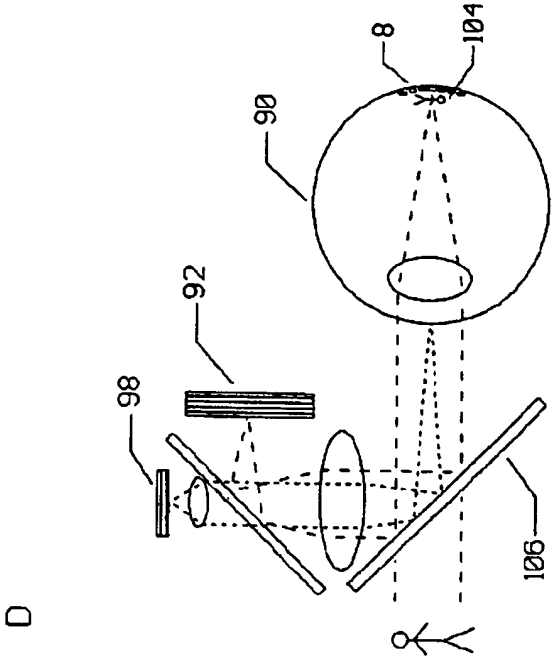


Fig. 24

[Drawing 25]



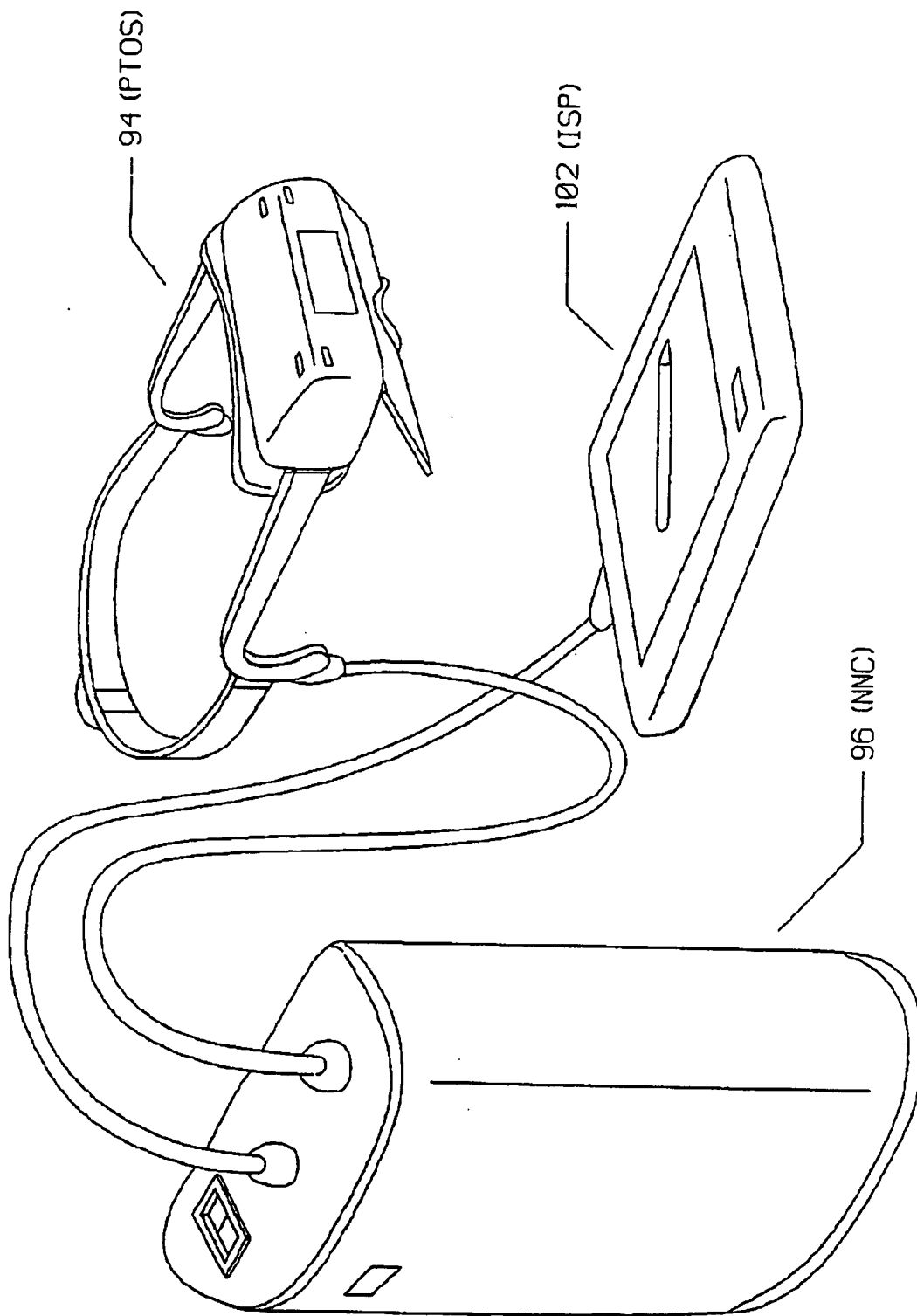


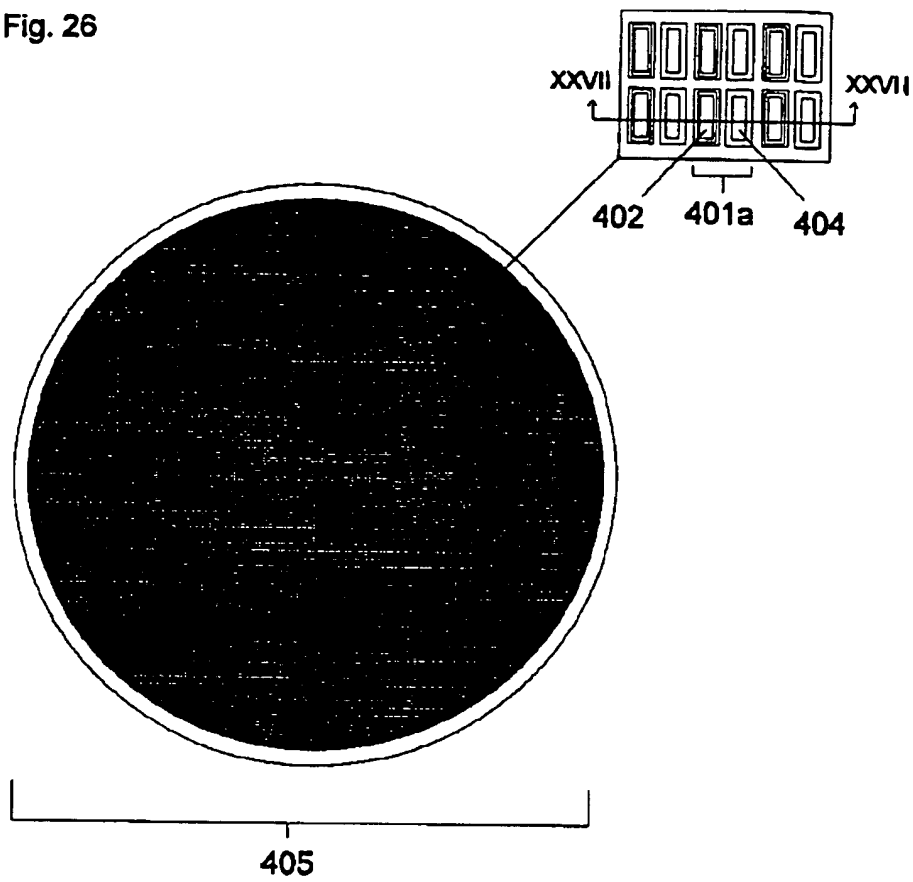
Fig. 25

[Drawing 26]





Fig. 26



[Drawing 27]



Fig. 27A

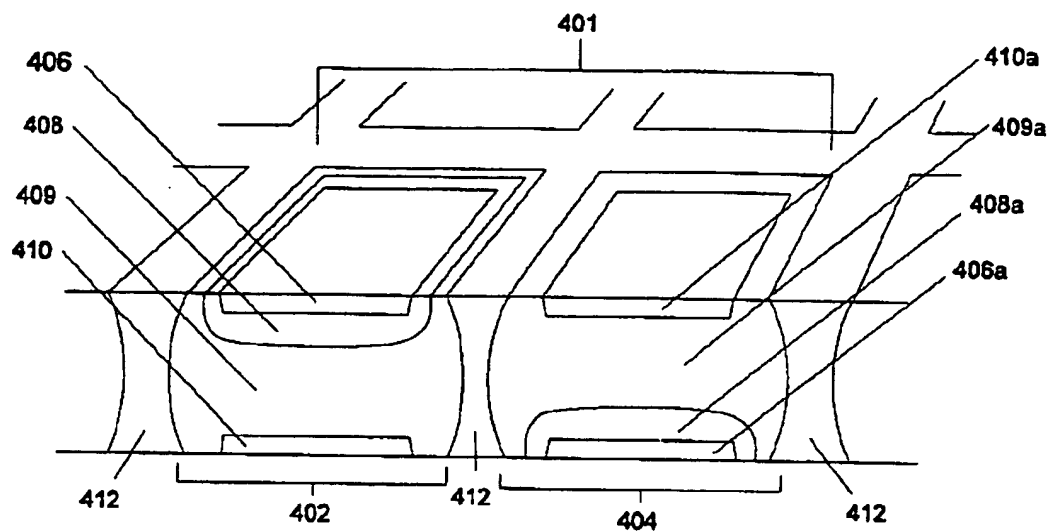


Fig. 27B

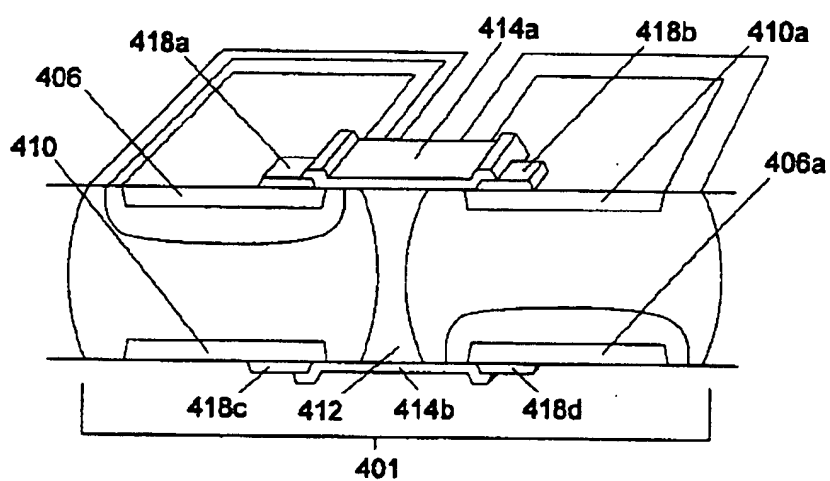
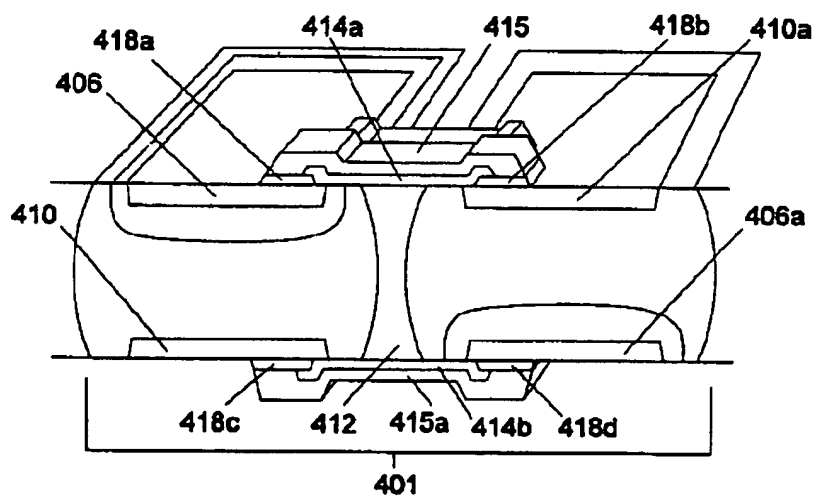


Fig. 27C



[Drawing 27]



Fig. 27D

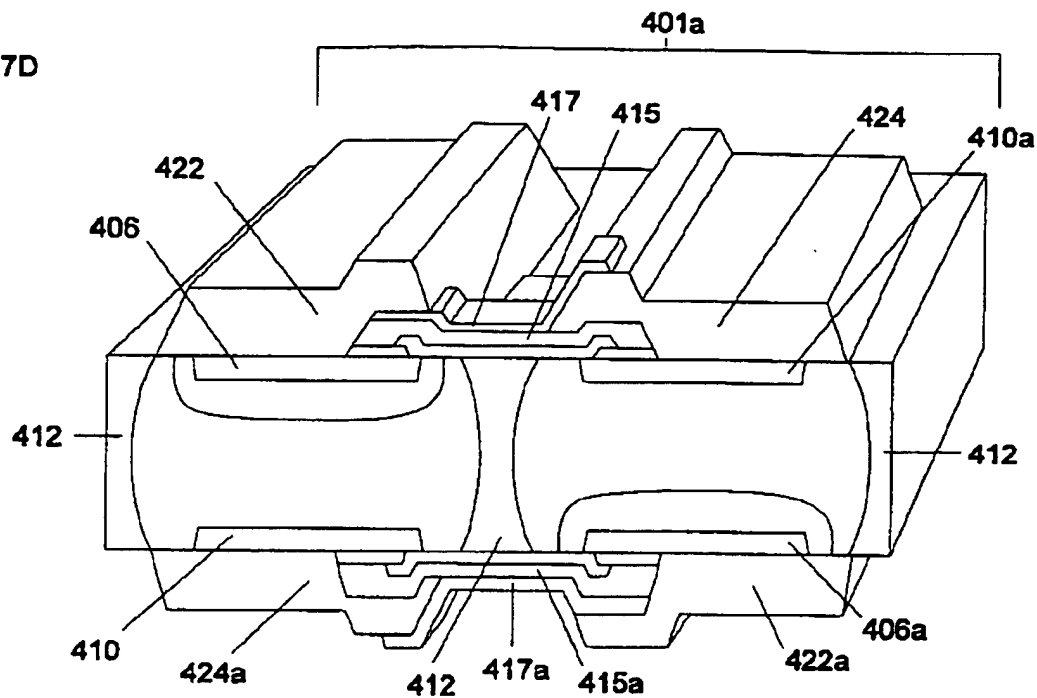
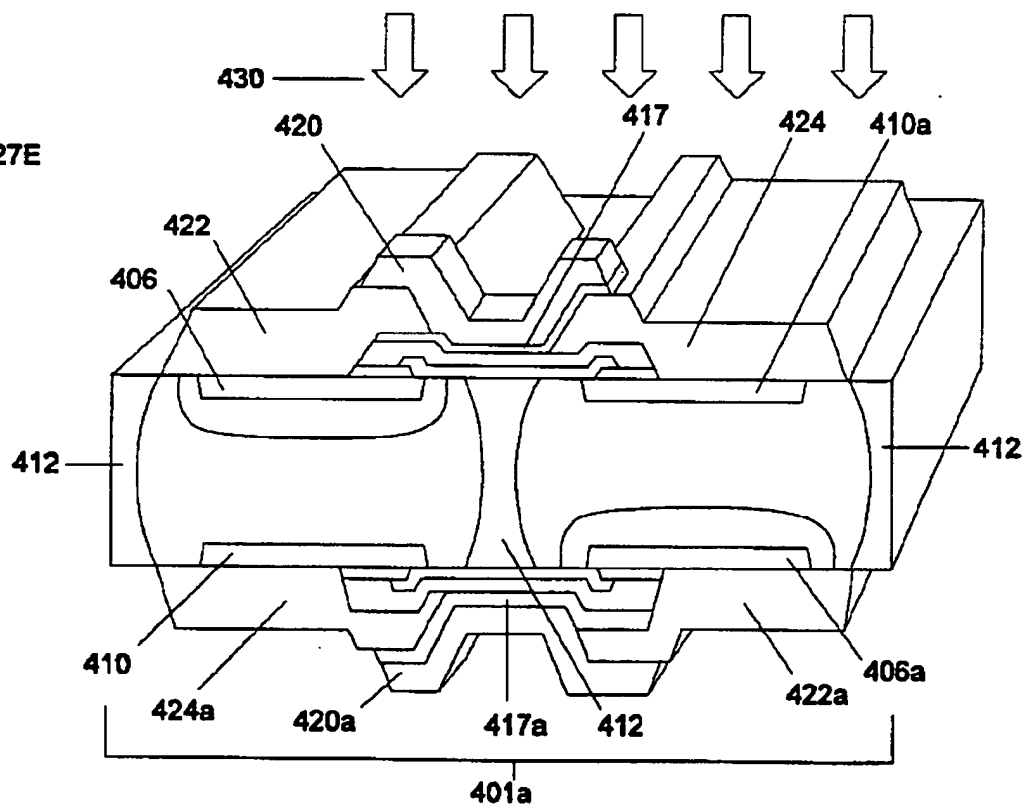


Fig. 27E



[Drawing 28]



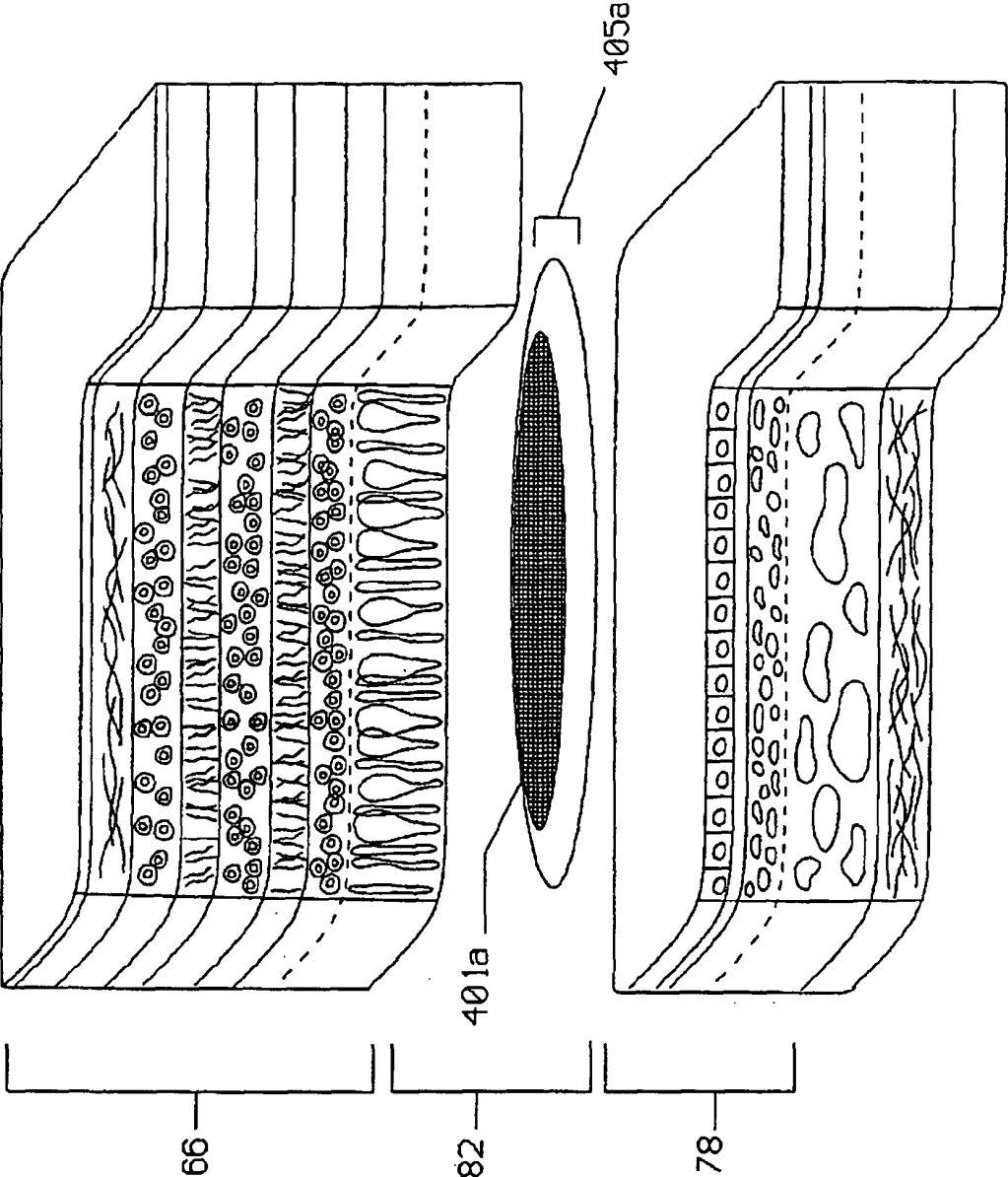


Fig. 28

[Translation done.]

